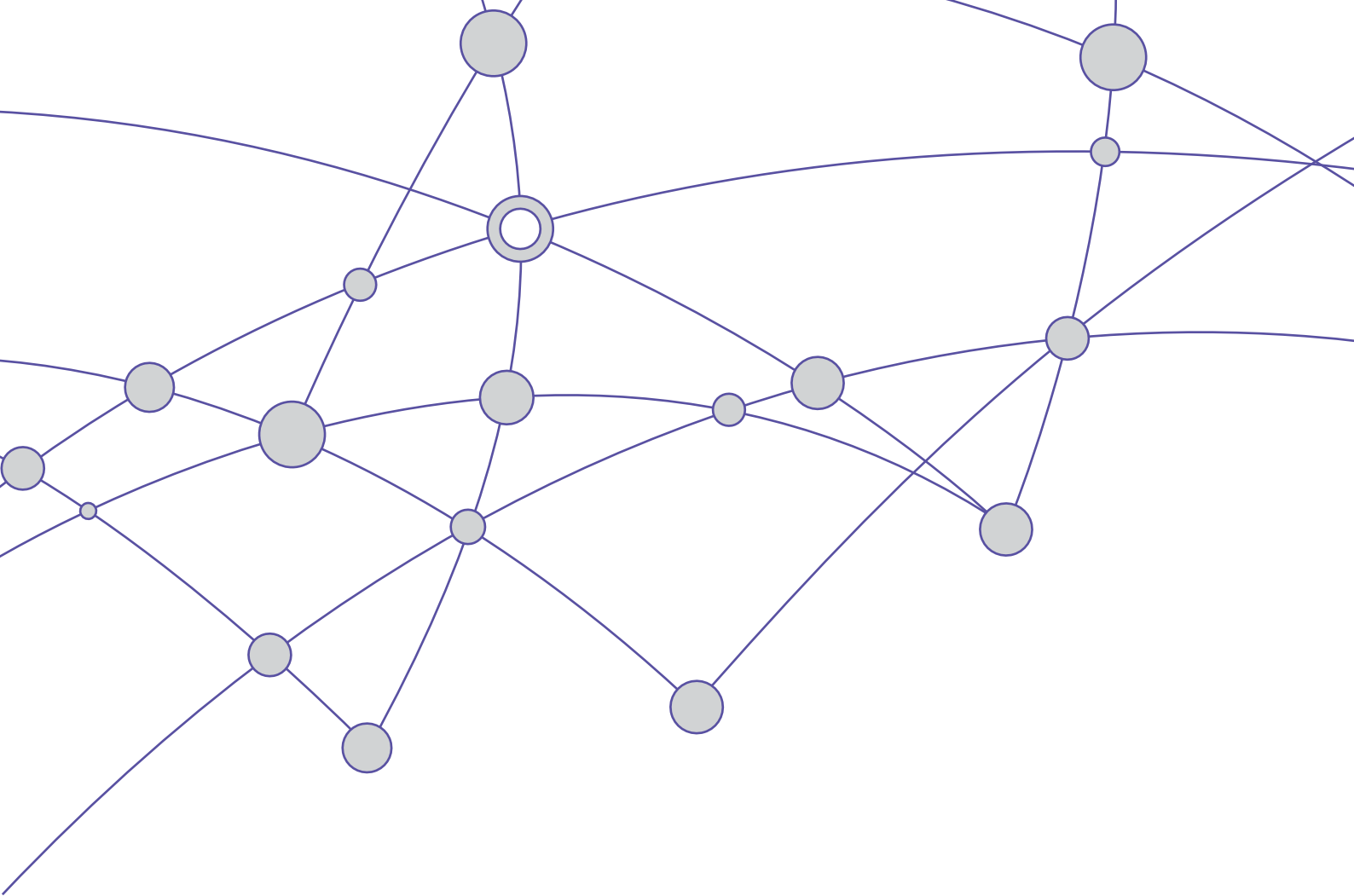




# EESTI TEADUS 2019





# EESTI TEADUS 2019

Eesti Teadusagentuur  
2019

**Toimetuskolleegium:**

Professor Ülo Niinemets (Eesti Maaülikool)

Professor Erkki Karo (Tallinna Tehnikaülikool)

Professor Rainer Kattel (Tallinna Tehnikaülikool)

Professor Richard Villems (Tartu Ülikool)

Toimetaja: Kadri Raudvere (Eesti Teadusagentuur)

**Kujundus:** Faaz OÜ

**Keeletoimetus:** Scriba OÜ

**Trükk:** Ecoprint AS

**Kaanefoto:** Ingmar Muusikus (2018)

**Artiklite fotod:** Tõnu Pani, Kertu Liis Krigul, Tavo Roman, Olga Botsarova, Heli Lukner, Sandhira-Mirella Valdma, Andreas Valdmann, Veljo Runnel, Margus Hendrikson (Teadusfoto 2017) ja Ingmar Muusikus (2018).

© Eesti Teadusagentuur

Trükis koos jooniste koostamiseks kasutatud andmestikega on leitav Eesti Teadusagentuuri kodulehelt:

<https://www.etag.ee/teadusagentuur/publikatsioonid/> (eesti keeles)

<https://www.etag.ee/en/estonian-research-council/publications/> (inglise keeles)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0003> (eestikeelne) ja <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0004> (ingliskeeelne)

Jooniste ja andmete kasutamisel palume viidata allikatele (sh Eesti Teadusagentuurile).

ISSN: 2504-7035

ISSN (võrguväljaanne): 2504-7043

## SISUKORD

<b>Sissejuhatus</b> (A. Koppel)	<b>5</b>
<b>Eesti teadussüsteem</b> (K. Raudvere)	<b>6</b>
<b>Kulutused teadus- ja arendustegevusele: lootused ja tegelikkus</b> (A. Koppel)	<b>9</b>
<b>Teadlaste järelkasv, karjäärimudel ja võimalused tööturul: kust me tuleme, kas ja kuhu me liigume?</b> (Ü. Niinemets)	<b>21</b>
<b>Eesti teaduse tervis 2018. aasta keskel</b> (K.Lauk, J.Allik)	<b>39</b>
<b>Teadus- ja arendustegevuse ühiskondlikust tähtsusest ja tulevikust Eestis</b> (E. Karo)	<b>57</b>
<b>Aktuaalsed teemad</b>	
<b>Kas Eesti nais- ja meesteadlased või ehk lihtsalt Eesti teadlased?</b> (A.Kahru)	<b>63</b>
<b>Teaduskommunikatsioon suurendab teaduse ühiskondlikku mõju, kuid vaid tervikliku lähenemise korral</b> (M. Himma-Kadakas, A.Olesk)	<b>65</b>
<b>Vaimuteadused ja ühiskond ökosüsteemis</b> (K. Kull)	<b>66</b>
<b>Kuidas mõõdetakse riigi teadus- ja arendustegevust?</b> (T. Pärson)	<b>69</b>
<b>Teadus- ja arendustegevuse rahastamismudeli arenguväljavaadetest</b> (K. Pihor, M. Saaliste)	<b>71</b>
<b>Kust sa tead?</b> (K. Jaanson)	<b>73</b>
<b>Ühiskondlik kokkulepe teaduse ja innovatsiooni arendamiseks</b>	<b>74</b>





Vana karstimaastik Röstla karjääris

Autor: Tõnu Pani (Teadusfoto 2017).



# SISSEJUHATUS

## Andres Koppel

Eesti Teadusagentuur, juhatuse esimees

Eesti kui väheste loodusvaradega väikeriigi suurim arengu toetaja on tark ja ettevõtlik rahvas. Oleme taasiseseisvumise järel jõudnud olukorda, kus lihtsamad arengutegurid on ammendunud ja üha selgemaks saab, et Eesti edendamiseks on senisest tõhusamalt vaja kasutada teaduse potentsiaali.

Milline see potentsiaal on, milline näeb välja Eesti teadus rahvusvahelises võrdluses, millised on meie teadus- ja arendustegevuse suuremad ja kroonilised või lühemaajalised probleemid? Selles kogumikus arutataksegi arvudele ja faktidele toetudes nende küsimuste üle.

Eelmine samalaadne kogumik „Eesti teadus 2016“ võeti hästi vastu. Selles esitatud andmed ja analüüsid Eesti teadus- ja arendustegevuse kohta leidsid laialdast kasutamist paljudes järgnevates analüüsides ning panustasid argumente teaduspoliitilistesse diskussioonidesse.

Kogumiku põhistruktuur on eelnevaga sarnane – see koosneb kahest omavahel seotud osast. Esimese osa moodustab neli põhjalikumat artiklit, millest esimesed kaks käsitlevad teaduse tegemiseks vajalikke ressursse. Ühelt poolt teaduse ja arendustegevuse rahalisi vahendeid ning teisalt teadlaskonda ja selle olukorda. Kaks järgmist artiklit kirjeldavad teaduse tulemuslikkust iseloomustavat publitseerimistegevust ning teaduse mõju ja seoseid majanduse ning ühiskonnaga laiemalt. Esimene osa on üles ehitatud nii, et artiklites toodud põhiandmed oleksid võrreldavad eelmises kogumikus tooduga, arvestusega et tulevikus sarnaste ülevaadete lisandudes oleks võimalik olulisi andmeid seada aegridadesse. Kogumiku teine osa koosneb lühiartiklitest, mis kajastavad praegu teaduspoliitika üle peetavates aruteludes sageli esile kerkivaid teemasid.

„Eesti teadus 2019“ ja selles toodud joonised koos algandmes-tikega on kättesaadavad Eesti Teadusagentuuri kodulehel. Ülevaatekogumiku koostamist juhtis toimetuskolleegium, mil-lesse kuulusid Eesti Maaülikooli, Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli professorid Ülo Niinemets, Erkki Karo, Rainer Kattel ning Richard Villems. Erilised tänud autoritele Jüri Allikule ja Kalmer Laukile. Materjali aitasid artiklite tarbeks kokku panna Eesti Teadusagentuuri analüüsiosakonna töötajad, palju sisulist abi andis Statistikaameti juhtivanalüütik Tiina Pärson. Suur tänu kõigile neile ning samuti aktuaalsetel teemadel kirjutatud artiklite ja kogumikus kasutatud fotode autoritele. Täna Teadusagentuuri tegevjuhti Karin Jaansonit arvukate

tähelepanekute ja nõuannete eest. Erilist äramärkimist väärib kogumiku toimetaja Kadri Raudvere, kes abistas autoreid värs-kete andmete hankimisel ja innustas neid delikaatsel moel siis, kui kirjutamistähtjad kriitiliseks muutusid.

Esitatud on kogumiku koostamise ajal (2018. aasta lõpp) kõige värskemad kättesaadavad andmed. Kuna statistiliste andmete kogumine ja esitamine riiklikul tasandil võtab sageli aasta või mõnel juhul isegi rohkem, pärinevad mõned statistilised andmed 2017. aastast või veelgi varasemast ajast. Kasutatud on peamiselt OECD andmebaaside, Eurostati, Eesti Statistikaameti, Haridus- ja teadusministeeriumi, Rektorite Nõukogu ja Eesti Teadusagentuuri andmeid.

Loodame, et kogumikus toodud andmestik pakub mõtlemi-sainet teadlastele, poliitikakujundajatele ning kõigile teaduse vastu huvi tundvatele inimestele, on abiks jätkuvates teaduse teemalistes aruteludes ning pakub tuge faktipõhisele poliiti-kakujundamisele.

# EESTI TEADUSSÜSTEEM

## Kadri Raudvere

Eesti Teadusagentuur, analüütik

Eesti teaduskorralduse organisatsioonilise struktuuri ja toimimise aluseks on teadus- ja arendustegevuse korralduse seadus.<sup>1</sup> Eesti teadussüsteemi erinevatel osadel on täita järgmised ülesanded.

- Vabariigi Valitsus koos riigikoguga kujundavad poliitika; riigikogu kinnitab teadus- ja arendustegevuse ning innovatsioonialased strateegiad ning teadustegevuseks ettenähtud vahendid riigieelarves; kord aastas annab peaminister riigikogule ülevaate strateegia<sup>2</sup> täitmisest.<sup>3</sup>
- Teadus- ja arendusnõukogu, mis koosneb neljast ministrist ning kaheksast valitsuse nimetatud liikmest, suunab riiklikku teadus- ning innovatsioonipoliitikat ning nõustab neil teemadel valitsust.
- Erinevad ministeeriumid valmistavad ette ja rakendavad valdkondlikke poliitikaid. Haridus- ja teadusministeeriumi nõuandev kogu on siinjuures teaduspoliitika komisjon.<sup>4</sup> Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi vastav nõuandev kogu on innovatsioonipoliitika komisjon.
- Haridus- ja teadusministeeriumi vastutusalas tegutsevad sihtasutused Eesti Teadusagentuur ning Archimedes on põhilised teadust korraldavad asutused ning Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi vastutusalas tegutsev Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus on põhiline innovatsiooni korraldav organisatsioon.
- Teadus- ja arendustegevust teevad avaliku sektori teadusasutused (eelkõige ülikoolid) ning erasektori teadusasutused. Suurem osa Eesti teadustöötajatest on koondunud ülikoolidesse, kus tehakse ka enamik teadustööst.

Oma seaduse alusel tegutseb Eesti Teaduste Akadeemia,<sup>5</sup> mis aitab sõltumatu kõrge tasemega teadlaste ühendusena kaasa Eesti teaduse ning sotsiaalmajandusliku arengu küsimustega tegelemisele.

## Eesti teadusasutused ja teaduse riikliku rahastamise põhiinstrumendid

Korralise evalveerimise<sup>6</sup> ehk välisekspertide tehtava teadusarendusasutuste (TA asutuste) rahvusvahelisele tasemele vastavuse hindamise on vähemalt ühes teadusvaldkonnas positiivse tulemusena läbinud 20 teadusasutust. Nende seas on kuus avalik-õiguslikku ülikooli: Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Tallinna Ülikool, Eesti Maaülikool, Eesti Muusika- ja Teatriakadeemia ning Eesti Kunstiakadeemia.

Riigi TA asutustena tegutsevad Haridus- ja teadusministeeriumi vastutusalas Eesti Kirjandusmuuseum, Eesti Keele Instituut, Sotsiaalministeeriumi vastutusalas Tervise Arengu Instituut, Kultuuriministeeriumi vastutusalas Eesti Rahva Muuseum ja Maaeluministeeriumi vastutusalas Eesti Taimeteaduste Instituut.

Avalik-õiguslikke, st oma seaduse alusel tegutsevaid teadusinstituute on Eestis vaid üks: Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut. Eesti Teaduste Akadeemia alluvuses tegutseb Eesti Teaduste Akadeemia Uneri ja Tuglase Kirjanduskeskus.

Era-teadusasutustest on positiivselt evalveeritud kuus: Cybernetica AS, Protobios OÜ, BioCC OÜ, Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS, AS Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus, Tarkvara Tehnoloogia Arenduskeskus OÜ. Evalveeritud eraülikoolide on Eestis üks: Estonian Business School.

Positiivne evalveerimine annab teadus- ja arendusasutustele võrreldes evalveerimata asutustega võimaluse taotleda oma teadus- ja arendustegevuse finantseerimist riigieelarvest.

Riikliku teadus- ja arendustegevuse (TA) rahastuse põhiinstrumendid on peamiselt **baasfinantseerimine** ning **uurimistoetused**. Suur maht on veel ka erinevatel Euroopa Liidu tõukefondide meetmetel, mis Eestis loetakse riigieelarve osaks. Baasfinantseerimine on teadus- ja arendustegevuse finantseerimine teadus- ja arendusasutuste strateegiliste arengueesmärkide realiseerimiseks, sealhulgas riigisiseste ja -väliste projektide kaasfinantseerimiseks, uute uurimissuundade avamiseks ning infrastruktuuri investeerimiseks. Baasfinantseerimise eraldamist korraldab Haridus- ja teadusministeerium.<sup>7</sup> Uurimistoetused (grandid) on mõeldud

<sup>1</sup> Teadus- ja arendustegevuse korralduse seadus (lühend – TAKS). Vastu võetud Riigikogus 1. jaanuaril 2015. a. – Riigi Teataja I osa, 1997, nr. 30, art. 471. <https://www.riigiteataja.ee/akt/104122014014> (30.11.2018).

<sup>2</sup> Eesti teadus- ja arendustegevuse ning Innovatsiooni strateegia 2014–2020 „Teadmistepõhine Eesti“. Haridus- ja teadusministeerium. [https://www.hm.ee/sites/default/files/59705\\_teadmistepohine\\_eesti\\_est.pdf](https://www.hm.ee/sites/default/files/59705_teadmistepohine_eesti_est.pdf) (24.10.2018).

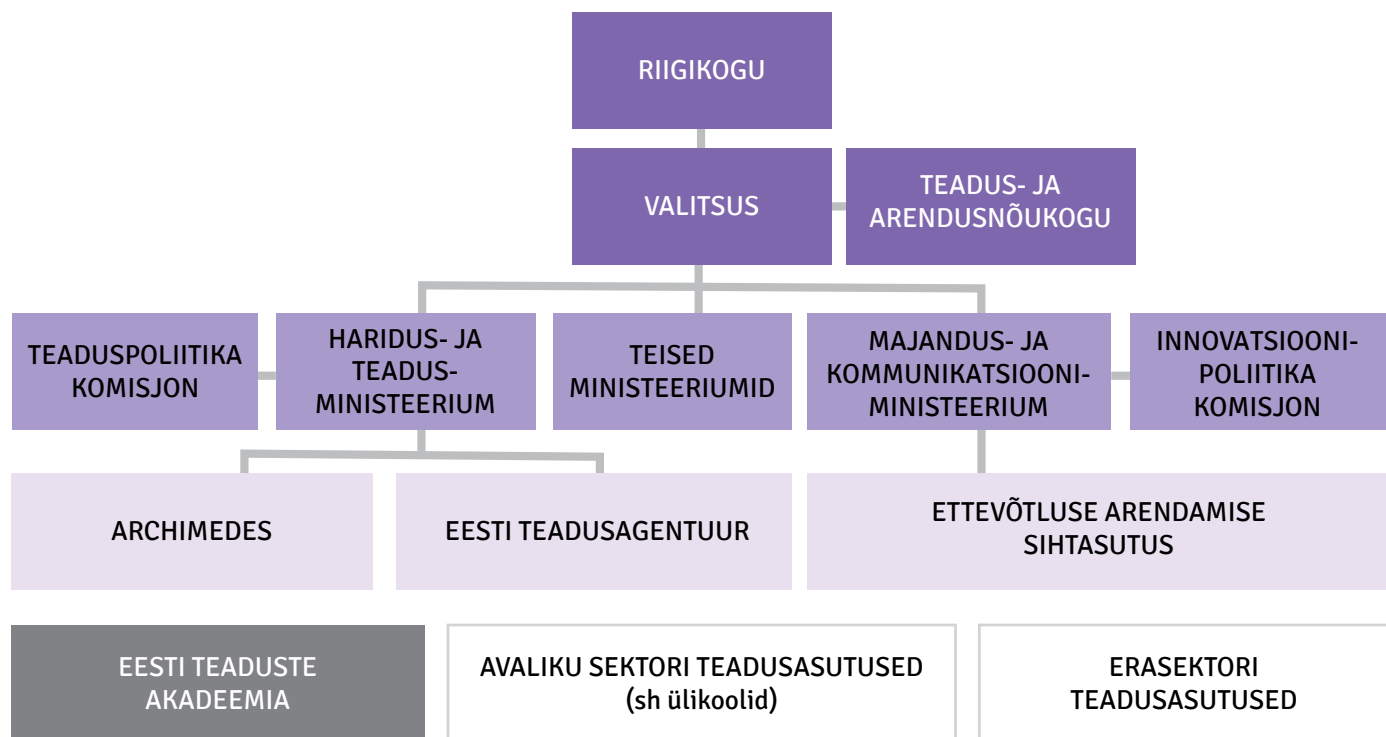
<sup>3</sup> Peaministri ettekanded teadus- ja arendustegevuse olukorrast. Riigikantselei. <https://riigikantselei.ee/et/valitsuse-toetamine/teadus-ja-arendusnoukogu/peaministri-ettekanded-teadus-ja-arendustegevuse> (26.10.2018).

<sup>4</sup> Teaduspoliitika komisjon. Haridus- ja teadusministeerium. <https://www.hm.ee/et/teaduspoliitika-komisjon> (26.10.2018).

<sup>5</sup> Eesti Teaduste Akadeemia. <http://www.akadeemia.ee/et/> (26.10.2018).

<sup>6</sup> Korraline evalveerimine alates 2010. aastast. Eesti Teadusagentuur. <http://www.etag.ee/tegevused/evalveerimine/korraline-evalveerimine/> (26.10.2018).

<sup>7</sup> Baasfinantseerimine ja teaduse tippkeskused. Haridus- ja teadusministeerium. <https://www.hm.ee/et/tegevused/teadus/baasfinantseerimine-ja-tippkeskused> (26.10.2018).



Eesti teadus- ja arendustegevuse organisatsiooniline struktuur

Allikas: Eesti Teadusagentuur.

kõrgetasemeliste TA projektide elluviimiseks vajalike tegevuste rahastamiseks. Uurimistoetuste konkursse korraldab Eesti Teadusagentuur ning taotlusi hindab ja toetusi määrab Eesti Teadusagentuuri hindamisinõukogu.

## Kasutatud olulisemad mõisted ja metoodika

**Avalik sektor** – käesolevas ülevaates mõistetakse avaliku sektori all kõrgharidussektorit ja riiklikku sektorit.

**Erasektor** – käesolevas ülevaates mõistetakse erasektori all ettevõtlussektorit ja kasumitaotluseta erasektorit.

Avaliku ja erasektori üksuste mõistmisel lähtutakse omakorda rahvusvahelisest metoodikast, kus:

- ettevõtlussektor – kõik ettevõtted, organisatsioonid ja institutsioonid, kelle põhitegevus on kaupade tootmine või teenuste (v.a kõrgharidusteenuste) pakkumine müügiks majanduslikult tasuva hinna eest;
- kõrgharidussektor – ülikoolid ja teised kõrgharidust andvad õppeasutused ning nende otsese kontrolli all olevad või nendega ühendatud asutused (uurimisinstituudid, kliinikud, teaduskeskused jms) sõltumata rahastamisallikast või juriidilisest staatusest;

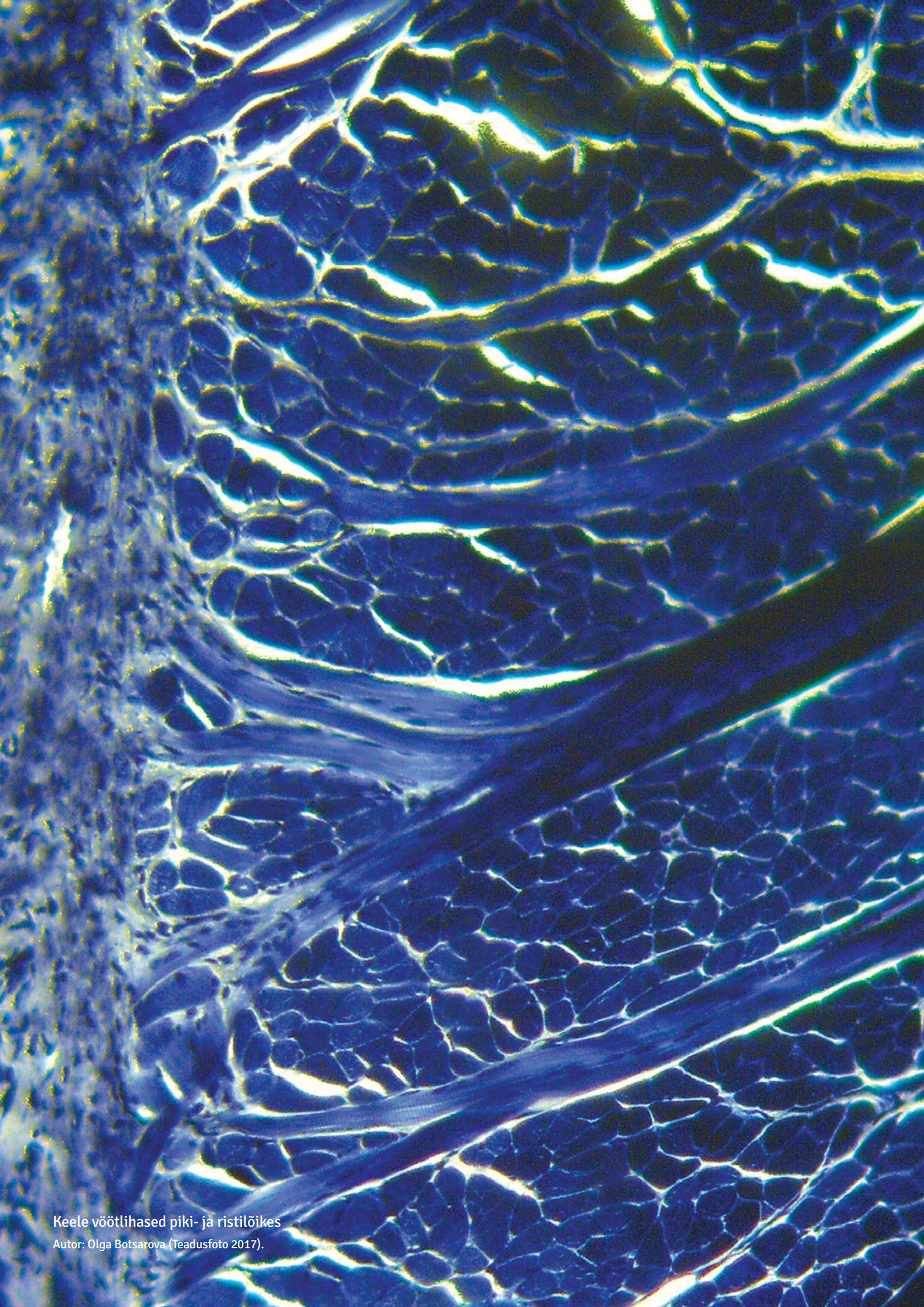
- riiklik sektor – riigi või omavalitsuse rahastatavad asutused ja üksused, mille põhitegevus ei ole kaupade tootmine ja teenuste pakkumine müügiks ning mis ei kuulu kõrgharidussektoris; siia kuuluvad ka põhiliselt riigi rahastatavad mittetulundusühingud;

- kasumitaotluseta erasektor – mittetulunduslikud ühingud, seltsid, fondid ja nende teadusüksused (v.a põhiliselt riigi rahastatavad või ettevõtlust teenindavad).

Kolme viimati nimetatud sektori koondnimetus on kasumitaotluseta sektorid, eristamaks neid ettevõtlussektorist.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Mõisted ja metoodika. Statistikaamet. [http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/19Teadus\\_Tehnoloogia\\_Innovatsioon/04Teadus\\_ja\\_arendustegevus/10Teaduse\\_uldandmed/TD\\_01.htm](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/19Teadus_Tehnoloogia_Innovatsioon/04Teadus_ja_arendustegevus/10Teaduse_uldandmed/TD_01.htm) (26.10.2018).





Keele vöötlihased piki- ja ristilõikes

Autor: Olga Botsarova (Teadusfoto 2017).



# KULUTUSED TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSELE: LOOTUSED JA TEGELIKKUS

**Andres Koppel**

Eesti Teadusagentuur, juhatuse esimees

## Sissejuhatus. Teaduse rahastamine: mitte kulu, vaid investering

Käesolev artikkel on järg eelmisele samalaadsele ülevaatele.<sup>9</sup> Säilitatud on varasema artikli ja selles esitatud põhiandmetiku struktuur. Mõnel juhul on esitatud muutmata kujul ka eelmises kogumikus toodud andmed, nt teaduse tippkeskuste kohta, kus kahe aasta jooksul rahastuse muutusi toimunud ei ole. Seda on tehtud selleks, et artikkel kajastaks kogu Eesti teaduse rahastamise pilti võimalikult terviklikul moel ilma täiendavate allikatega tutvumise vajaduseta. Käsitletud on viimasel kahel aastal toimunud olulisemaid rahastamise teemalisi teaduspoliitilisi sündmusi ning teaduse rahastuse korralduses toimunud muudatusi. Täna selle artikli koostamisel osutatud abi ning kriitiliste märkuste eest paljusid kolleege Eesti Teadusagentuurist. Eriti suur tänu Kadri Raudverele, kes hoolitses selle eest, et esitatud andmed on kõige värskeamad.

Teadus- ja arendustegevuse (TA) määrav roll inimeste heaolus, riikide arengus ning võimalike tulevikuprobleemidega toimetulekul on üldteada ning enamik Euroopa riike on seadnud strateegiliseks eesmärgiks tõsta TA kulutusi. Sealjuures on üldteada ka avaliku ja erasektori kulutuste korrelatiivne seos: avalik sektor toimib ettevõtluse teadusmahukuse kasvatamisel katalüsaatori ja käivitajana. Seetõttu on teadus- ja arendustegevusele suunatud avaliku sektori kulutusi viimasel ajal käsitletud mitte niivõrd kuluna, mida see raamatupidamisliku loogika kohaselt kahtlematult on, vaid pikaajalise investeringuna ühiskonna tulevikku. Seda teemat käsitleb pikemalt samas kogumikus E. Karo.<sup>10</sup>

Nimetatud investeringute tulukust on korduvalt hinnatud. Euroopa Liidu teadus- ja arendustegevuse 7. raamprogrammi tulemuste analüüs on näidanud, et iga teadusesse investeeritud euro toob otsese või kaudse mõjuna tagasi vähemalt 11 eurot.<sup>11</sup>

Eesti Rektorete Nõukogu tellitud analüüsist selgub, et Eesti ülikoolid panustasid 2016. aastal 6.4% Eesti rahvuslikku koguprodukti ning töid iga kulutatud euro eest Eesti majandusele

5 euro väärtuses tulu.<sup>12</sup> Üsna lähedase tulemuseni jõuti Euroopa Teadusülikoolide liigasse (League of European Research Universities) kuuluvate Euroopa tippülikoolide majandusliku mõju analüüsiga 2015. aastal.<sup>13</sup>

Viimastel aastatel on korduvalt rõhutatud seda, et ainult majandusliku mõju hindamine kajastab teaduse sotsiaal-majanduslikku mõju ja tegelikku väärtust ühiskonnale liiga ühekülgset ning selline käsitusviis võib teaduse renomeele kahju teha. Euroopa teadusagentuure ja suuri teadusinstituute ühendav organisatsioon Science Europe on teaduse mõju mitmekesisuse hindamiseks andnud selgeid soovitusi.<sup>14</sup>

## Tallinna üleskutse: Euroopa riigid, kasvatage avaliku sektori teaduskulutusi!

Eesti on sarnaselt teiste Euroopa riikidega seadnud strateegiliseks eesmärgiks TA kulutuste kasvatamist. Nii peaksid Eesti TA kulutused jõudma 2020. aastaks 3%-ni SKP-st.<sup>15</sup>

Paraku on enamik Euroopa riike hädas seatud rahastuseesmärkide täitmisega (joonis 1.2). Seepärast pidas Eesti 2017. aastal Euroopa Nõukogu eesistuja rollis esmatähtsaks rõhutada teaduse ja innovatsiooni olulisust ning teaduse rahastamise vajalikkust. Peaminister Jüri Ratas andis 12. oktoobril 2017 Tallinnas peetud rahvusvahelisel tippkonverentsil „Euroopa tippteaduse mõju ja väärtus ühiskonnale“ teadussüsteemi eri sektorite esindajatele (poliitikutele, teadlastele, rahastajatele, ajakirjanikele) sümboliseks üle nn Tallinna üleskutse.<sup>16</sup>

Dokumendis rõhutatakse taaskord teaduse ja innovatsiooni tähtsust. Et kindlustada Euroopa elanike heaolu ka tulevikus ning hakkama saada uute ja ootamatute globaalsete problee-

<sup>9</sup> Koppel, A. (2016). Kulutused teadus- ja arendustegevusele: investering tulevikku. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 11–18, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>10</sup> Karo, E. (2019). Eesti teaduse ühiskondlikust tähtsusest ja tulevikust. – Eesti Teadus 2019 (toim. K. Raudvere), Eesti Teadusagentuur, Tartu. <https://www.etag.ee/teadusagentuur/publikatsioonid/>

<sup>11</sup> European Commission. (2015). Commitment and Coherence – Ex-post evaluation of the 7th EU Framework Programme (2007–2013). [https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/fp7\\_final\\_evaluation\\_expert\\_group\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/fp7_final_evaluation_expert_group_report.pdf) (24.10.2018).

<sup>12</sup> Biggar Economics. (2017). Economic Contribution of the Estonian Universities, A Report to Universities Estonia. <http://ern.ee/files/Biggar/economicimpact.pdf> (24.10.2018).

<sup>13</sup> Biggar Economics. (2015). The Economic Contribution of LERU Universities 2014. <https://www.leru.org/publications/the-economic-contribution-of-leru-universities> (24.10.2018).

<sup>14</sup> Science Europe. (2017). On a New Vision for More Meaningful Research Impact Assessment. Science Europe Position Statement, July, 2017. [https://www.scienceeurope.org/wp-content/uploads/2017/07/SE\\_PositionStatement\\_Impact.pdf](https://www.scienceeurope.org/wp-content/uploads/2017/07/SE_PositionStatement_Impact.pdf) (24.10.2018).

<sup>15</sup> Strateegia „Teadmistepõhine Eesti“ rakenduskava kohaselt pidanuks TA rahastamine riigi ja kohalikust eelarvest olema tõusnud 1%-ni 2015. aastal ja edaspidi jääma samale tasemele. (Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2014–2020 „Teadmistepõhine Eesti“. (2014). Haridus- ja teadusministeerium. [https://www.hm.ee/sites/default/files/59705\\_teadmistepohine\\_eeesti\\_est.pdf](https://www.hm.ee/sites/default/files/59705_teadmistepohine_eeesti_est.pdf) (24.10.2018)).

<sup>16</sup> Tallinn Call for Action 2017. Seize the opportunity now: Research and innovation matter for the future of Europe. Statement of the Estonian Presidency of the Council of the EU. [https://www.hm.ee/sites/default/files/tallinn\\_call\\_for\\_action\\_2017.pdf](https://www.hm.ee/sites/default/files/tallinn_call_for_action_2017.pdf) (24.10.2018).



midena, kutsutakse kõiki teaduse- ja innovatsioonisüsteemis osalejaid ühiselt tegutsema selle nimel, et suurendada teaduse ja innovatsiooni rahastamist, nende investeeringute mõju ning tõsta teaduse ja ühiskonna ning teadussüsteemi esindajate vastastikust usaldust.



### **Tallinna üleskutse: teadus ja innovatsioon on Euroopa tuleviku jaoks olulised**

Tallinna üleskutse üleandmisel lausus peaminister: „Investeeringud teadusesse ja innovatsiooni pole kindlasti mitte luksus, vaid konkurentsivõime tagamiseks mõõdapääsematu eeltingimus. Tarkus, loovus ja tegutsemisvalmidus on Euroopa tugevuse ja jõukuse peamised allikad. Kui avaliku sektori kulutused teadusele ja innovatsioonile stagneeruvad või neid kärbitakse, siis ei suuda Euroopa uute säravate ideede loojana ja uute teadmiste rakendajana maailmas esirinnas olla.”

### **Eesti teaduskulutused – vahe tugevamate riikidega ei kahane**

TA kulutuste varasem üldine stagneerumistrend on viimastel aastatel jäänud püsima (joonis 1.1). Eriti drastiline oli avaliku sektori kulutuste langus 2016. aastal 0.59%-ni SKP-st, mis on viimase kümnendi madalaim suhtarv.<sup>17</sup> Seda saab seletada kahe teguri koosmõjuga. Esiteks on TA riigieelarvelisel rahastamisel jätkuvalt väga suur osa Euroopa Liidu struktuurivahendite kanda (vt ka joonis 1.5). Kuna struktuurivahendite finantseerimisperioodi vahetusega tekib meetmete käivitamisel pea mõõdapääsmatu ajakadu, langeb sellest allikast finantseeritav osa TA kulutustes oluliselt. Teisalt ei ole riigi maksutuludest finantseeritav osa TA kulutustest pidanud sammu majanduskasvuga. Kahe teguri koosmõjul langes 2016. aasta avaliku sektori TA rahastus väga madalale. Tunnustamist vääriv baasfinantseerimise kasv 2016. ja 2017. aastal ei suutnud „suurt pilti“

kuigivõrd parandada. 2017. aastal on avaliku sektori kulutused kolmeaastase languse järel esmakordselt kasvutrendiga, kuid ei ületanud veel 2008. aasta taset.

Eespool toodust väärivad tähelepanu tõsiasi, mida TA kulutuste suhtarvude analüüsimisel tasub silmas pidada. Kuna struktuurivahendite osakaal on riigieelarve teaduskulutustes suur, aga nende arvel rahastatavate programmide käivitamine võtab mitu aastat aega, siis mitme aasta vältel tekib oluline vahe riigieelarves planeeritud ja tegelike teaduskulutuste vahel. Tavaliselt aasta lõpus vastuvõetud riigieelarve teaduse osast tuletatud TA kulude protsent on seetõttu optimistlikum kui kaks aastat hiljem Statistikaameti kogutud tegelike kulude andmed näitavad. Üksikute aastate avaliku sektori teaduskulutuste maht jääb seetõttu võnkuma ning järgnevatel aastatel võib automaatselt ette näha kulutuste kasvamist isegi siis, kui maksutuludest finantseeritavad kulud oluliselt ei muutu. Järgnevatel aastatel TA kulutuste kasvu tekitab automaatselt struktuurivahendite programmide „paisu tagant vallapääsemine“.

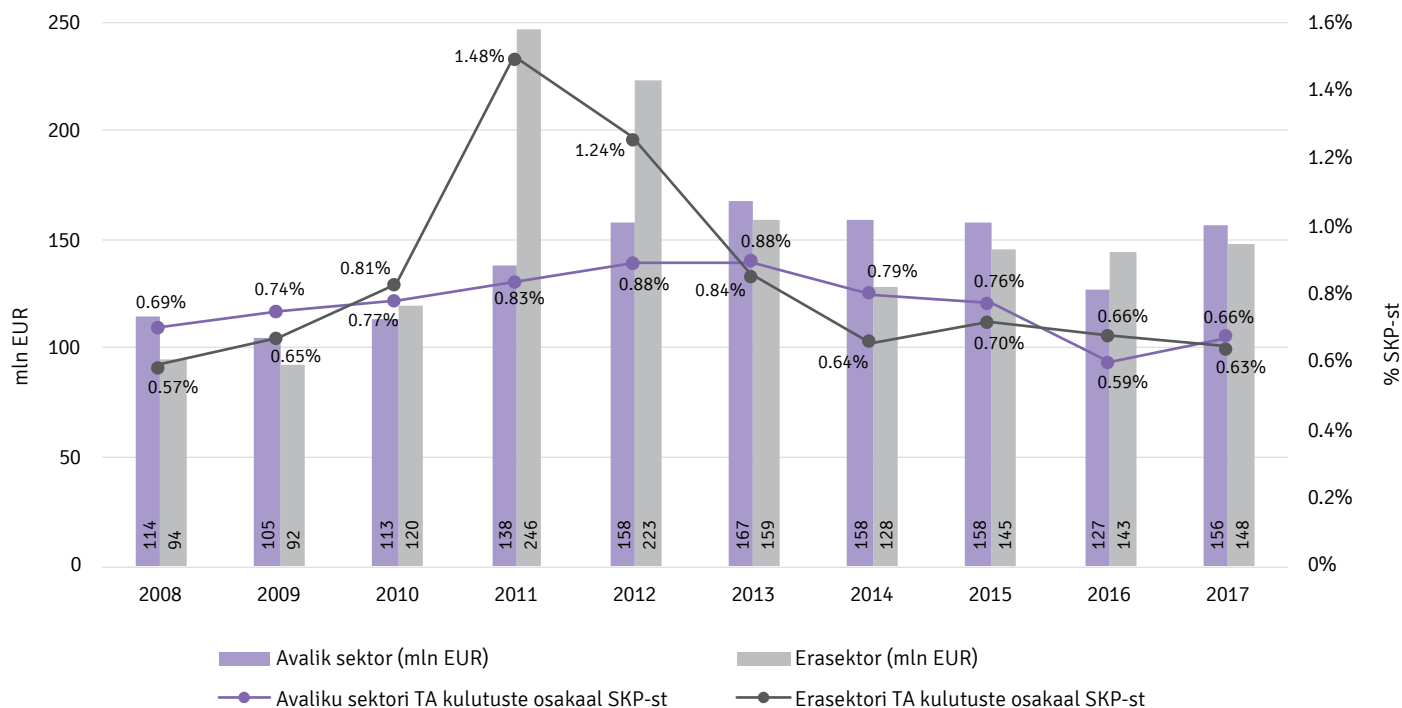
Rahvusvahelises TA rahastamise võrdluses ei ole Eesti positsioon viimase kahe aasta jooksul paranenud. Oleme võrdlustabelis endiselt riikide tagareas (joonis 1.2). Esimestel kohtadel olevatest Iisraelist ja Koreast jääme maha enam kui kolm, Skandinaavia maadest kaks ja pool korda. Kahe kättesaadava võrdlusaasta (2014 ja 2016) vältel on märgata (nõrgalt avalduva) üldise trendina seda, et tabeli esiosas olevad riigid (nt Iisrael, Rootsi, Austria, Šveits, Saksamaa) on suutnud kulutusi pisut kasvatada, tagaosa riigid (sh Eesti, Ungari) on pigem allapoole langenud. Kaks aastat on pikemate trendide avaldumiseks siiski liiga lühike ajavahemik.

Enamiku võrdlusriikide puhul ületab erasektori TA rahastus mitmekordselt avaliku sektori osakaalu: Iisraelis umbes kuus, Koreas ligi neli korda. Skandinaavia maades, Šveitsis ja Saksamaal on vahe kahekordne. Tabeli alumises pooles asuvaid riike iseloomustab madala üldise taseme puhul eriti väike erasektori TA osalus. Eesti erasektori panus ületas 2011–2012 oluliselt avaliku sektori rahastamise, kui tehti suuri investeeringuid õlitööstusse.

Huvitav on võrrelda, kui kaugel on riigid oma teaduskulutuste eesmärkide täitmisest. Hoolimata teadusinvesteeringute suurendamisel võetud eeskõneleja rollist ei ole Eesti suutnud eesmärgile läheneda ka majanduslanguse järgsetel kasvuaastatel ning jääb seetõttu püstitatud sihist üha kaugemale.

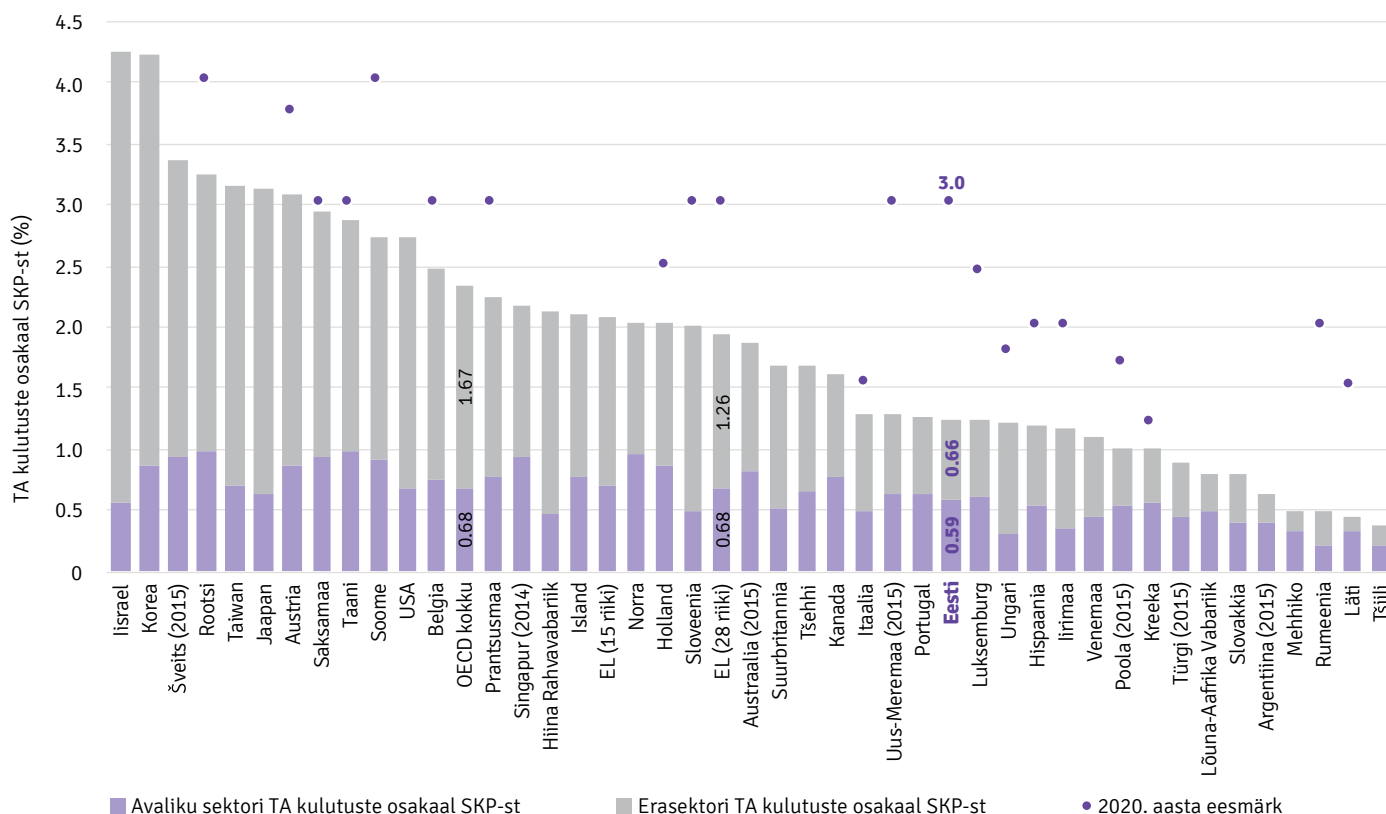
Strateegias ettenähtu ja tegelike TA kulutuste vahe poolest oli Eesti 2016. aastal Euroopa riikide seas esikohal, vahetult Rumeenia ees. Kui mahajäämust 2020 eesmärgi ja 2016. aasta tegelikkuse vahel lugeda natuke irooniliselt „ambitsioonikuse määraks“, siis Eestil oli see 1.75 ja Rumeenial 1.52 protsendi-

<sup>17</sup> Suhtarvudes on arvestatud Statistikaameti tehtud korrektsiooniga Eesti SKP-s seisuga 31.08.2018.



**Joonis 1.1.** TA kulutuste maht Eestis (mln EUR) ning nende osakaal SKP-st aastatel 2008–2017

Allikas: Statistikaamet,<sup>18</sup> ETAg arvutused.



**Joonis 1.2.** Teadus- ja arenduskulutuste osakaal SKP-st 2016. aastal

Allikas: OECD,<sup>19</sup> Statistikaamet<sup>10</sup> ja Euroopa Komisjon,<sup>21</sup> ETAg arvutused.

<sup>18</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (29.10.2018).

<sup>19</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (10.04.2018).

<sup>20</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (10.10.2018).

<sup>21</sup> European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. (2018). Science, Research and Innovation Performance of the EU 2018. Strengthening the foundations for Europe's future. Figure I.3.-A4. [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/rec-17-015-srip-report2018\\_mep-web-20180228.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/rec-17-015-srip-report2018_mep-web-20180228.pdf) (19.11.2018).



punkti SKP-st. Võrdluseks – Rootsil jääb 4% eesmärgist puudu 0.75, Saksamaal 3% aga 0.06 protsendipunkti.

Riikide teaduskulutuste võrdlemisel tuleb silmas pidada seda, et tegemist on suhtarvudega, mis näitavad riikide panustamise määra TA tegevusse. Riikide ja teadusasutuste võimekus globaalsel ja avatud turul talentide pärast konkureerida ei sõltu ainult teaduskulutuste suhtarvust, vaid eeskätt reaalsest võimalustest pakkuda konkurentsivõimelist palka ning kaas-aegset teaduse infrastruktuuri. Jätkuvalt on asjakohane korrata tõdemust, et kui Eesti teadussüsteem ei muutu praegusest atraktiivsemaks, on meie perspektiivid üleilmses talendikonkurentsivõimses viletsad.<sup>22</sup>

Pikemat aega väldanud arutelud selle üle, et Eestis on vaja saavutada ühiskondlik kokkulepe teaduse ja innovatsiooni arengu kindlustamiseks, millega fikseeritakse selge poliitiline kohustus avaliku sektori teaduskulutuste tõstmiseks vähemalt 1% ni SKP-st, kandis 2018. aasta lõpuks vilja. 19. detsembril allkirjastasid Eesti poliitiliste erakondade juhid, teadusasutuste, teadlaste ning suurimate ettevõtlusorganisatsioonide juhid Eesti teadusleppe (vt lk 74).

## Millistest allikatest teadusraha pärineb ja kus seda kulutatakse?

Tavapärast esitatakse teaduse rahastamise analüüsides andmeid selle kohta, kui palju kulutatakse raha avalikus ja erasektoris, nagu joonistel 1.1 ja 1.2. Paraku ei võimalda selline lihtsustatud käsitlus piisavalt täpselt mõista rahastajate ja teaduse tegijate suhteid. Seepärast tasub vaadelda ka seda, kes millist sektorit rahastab. Kui jaotada TA rahastusallikad kolme (avalik sektor, st peamiselt riik; erasektor; välismaised rahastajad) ning TA tegijad kahte rühma (avaliku sektori asutused, peamiselt ülikoolid ja riigi teadusasutused; erasektori asutused, teadust tegevad ettevõtted ning era-teadusasutused), selgub rahastajate ja tegijate võrdlemisi palju infot sisaldav võrgustik (joonis 1.3).

Võrrelduna 2014. aasta andmetega<sup>23</sup> on siin muutused märgatavad. Erasektori panus TA rahastamisse kasvas enam, kui see kajastub kulutuste tegijate statistikas ja avaliku sektori langus oli samavõrra suurem. Avaliku sektori TA rahastus langes kolme aastaga 0.72%-lt 2014. aastal 0.53%-ni SKP-st.<sup>24</sup> Era-TA rahastus kasvas pisut, 0.53%-lt 0.56%-le. Vastastikused siirded, avaliku sektori raha panustamine erasektori TA-sse ja

vastupidi, erasektori tellimus ülikoolidelt ja teadusasutustelt, olid 2017. aastal täpselt ühesuured. Erasektori tellimus teadusasutustele kasvas ligikaudu 1.5 miljoni euro võrra, samas avaliku sektori toetus erasektorile kahanes ligi kaks korda. Selle põhjuseks oli juba eespool kirjeldatud struktuurivahendite kasutamise pidurdumine. Välismaiste allikate maht kasvas neljandiku võrra, selle jaotus era- ja avaliku sektori vahel jäi kolme aasta taguse ajaga võrreldes praktiliselt samaks. Kaks kolmandikku Eestisse tulnud välisrahast kasutavad teadusasutused, kolmandiku ettevõtted. Välisallikastest on peamised EL-i raamprogramm Horisont 2020 ja asutuste välismaiste partnerite TA lepingud.

TA rahastamisel on kolme põhiallika vahelised proportsioonid aastate lõikes väga muutlikud. Ootamatult on viimase kolme aasta jooksul kõige stabiilsemaks osutunud välismaiste rahastusallikate osakaal, mis on sel perioodil püsinud 10–15% vahemikus. Avaliku ja erasektori kulutuste proportsioon on aastate lõikes väga märkimisväärselt muutunud (joonis 1.4). Korduvalt on rõhutatud seda, et avaliku sektori rahastamise kõikumisi aastate lõikes tekitab peamiselt struktuurivahendite rakendumise ebaühtlus. Kui struktuurivahenditest finantseeritavate suurte infrastruktuuriobjektide rahastamise ebaühtlus aastate lõikes on paratamatu, siis teadlaste töökohtadega seotud tegevuste rahastuse järsud muutused teevad teadussüsteemi ebastabiilsemaks ja on seepärast väga halva mõjuga.

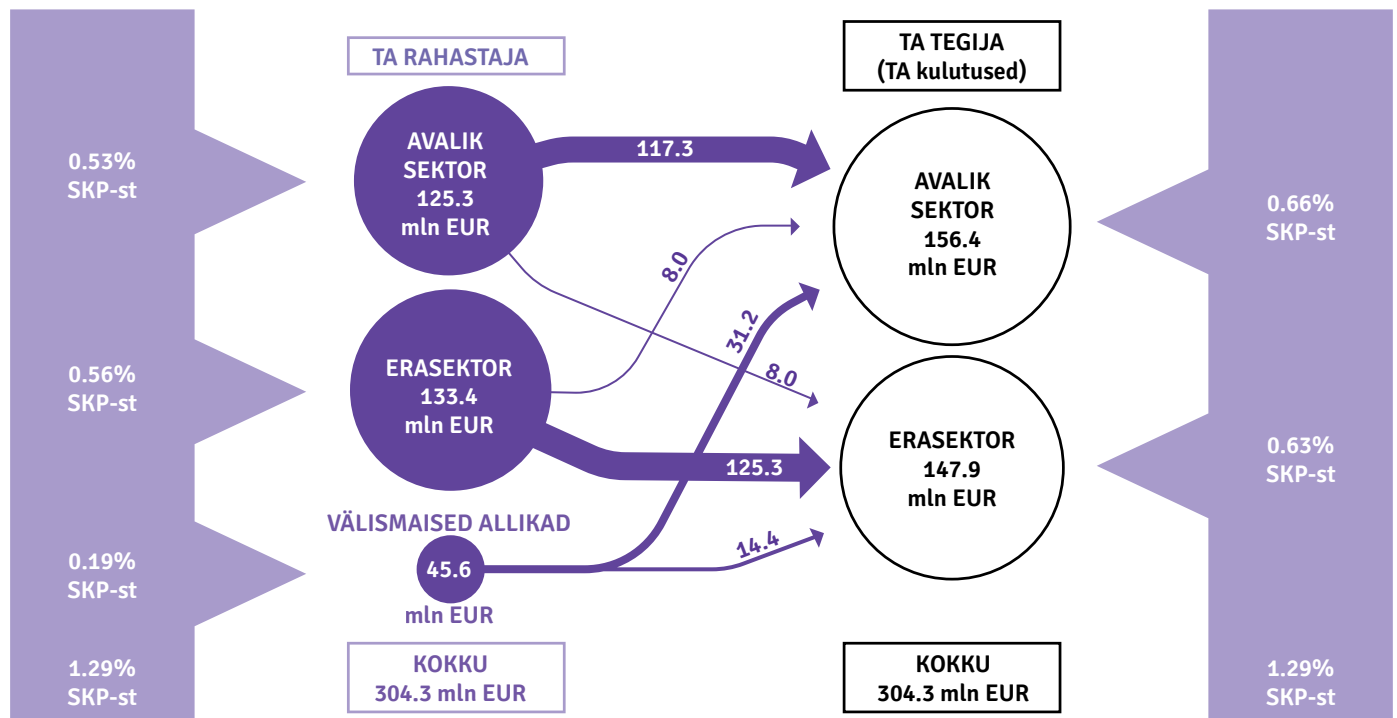
## Haridus- ja teadusministeerium on Eesti teaduse peamine rahastaja

Avaliku sektori TA rahastuse suurim osa tuleb Haridus- ja teadusministeeriumi (HTM) eelarvest (joonis 1.5). Kahe aasta tagusega võrreldes on HTM-i eelarves toimunud kaks olulist ja positiivset muudatust. Baasfinantseerimise maht on kasvanud kaks korda ja selle osakaal on tõusnud HTM-i teaduseelarves 11%-lt 18%-ni. Teiseks on struktuurifondide osakaal kahanenud 6 protsendipunkti võrra ning langenud 42%-le. Kuigi struktuurivahendite osakaal kogu rahastamise mahust on endiselt väga suur, on ka mõningane osakaalu langus märk liikumisest süsteemi stabiliseerumise suunas. Uurimistoetuste osakaal on seevastu langenud 2 protsendipunkti võrra, moodustades 2018. aastal 27% HTM-i teaduseelarvest.

<sup>22</sup> Koppel, A., Reimand, I., Raud, T., Jaanson, K. (2016). Eesti teadus ajaperspektiivis. – Riigikogu Toimetised, 33, lk. 64–80.

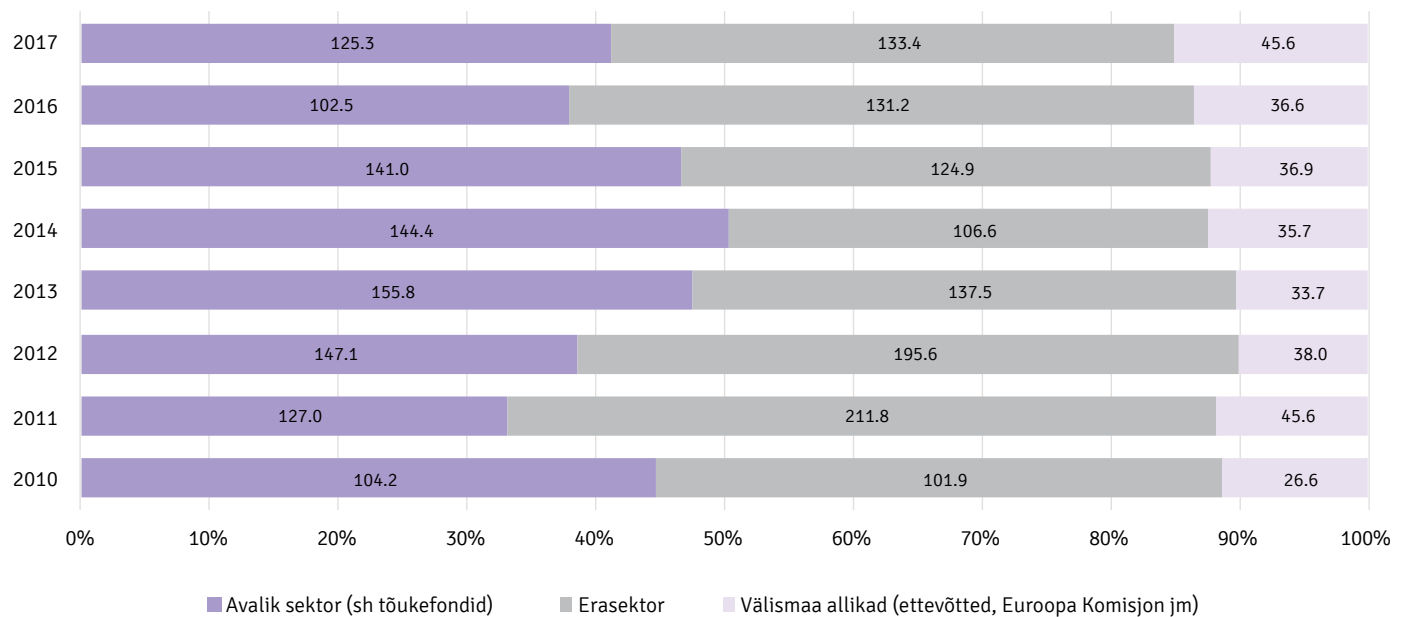
<sup>23</sup> Koppel, A. (2016). Kulutused teadus- ja arendustegevusele: investering tulevikku. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 11–18, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>24</sup> Eestis loetakse Euroopa Liidu struktuurifondide vahendid riigieelarve osaks ning seega arvestatakse neid avaliku sektori TA rahastuses sarnaselt maksutuludest laekuvate vahenditega. Horisont 2020 konkurssidelt saadud raha, mis pärineb sarnaselt struktuurifondidega Euroopa Komisjonilt, arvestatakse aga välismaiste rahastusallikate hulka.



**Joonis 1.3.** TA rahastamine ja kogukulu 2017. aastal

Allikad: Statistikaamet<sup>25</sup> ja OECD,<sup>26</sup> ETAg'i arvutused.



**Joonis 1.4.** TA kulutuste jagunemine rahastajate vahel aastatel 2010–2017. Tulbad näitavad TA rahastusallikate proportsioone (%) ja arvud tulpadel kulutuste mahtu (mln EUR)

Allikad: OECD<sup>27</sup> ja Statistikaamet.<sup>28</sup>

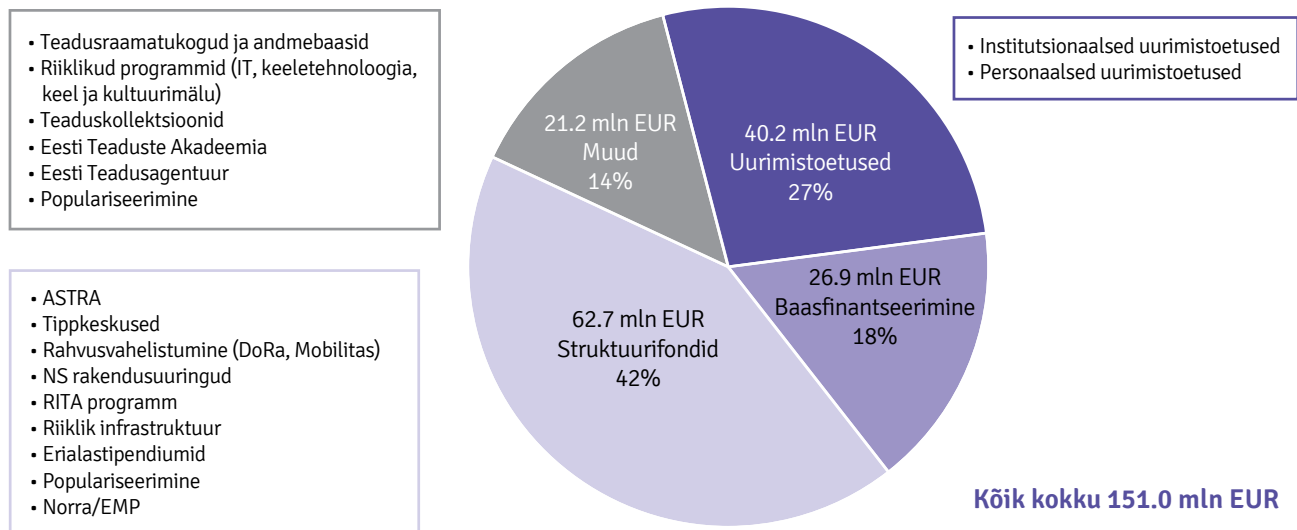
<sup>25</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (10.10.2018).

<sup>26</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (10.04.2018).

<sup>27</sup> OECD. Research and Development Statistics. [www.oecd.org/sti/rds](http://www.oecd.org/sti/rds) (24.10.2018).

<sup>28</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (küsitud jaanuaris 2018. aastal 2016. ja 2017. aasta andmed).





**Joonis 1.5.** Haridus- ja teadusministeeriumi teaduseelarve ja selle põhikomponentide mahud 2018. aastal (mln EUR)

Allikas: Haridus- ja teadusministeerium.

## Rahastamise põhiinstrumentide süsteemne korraldamine

Baasfinantseerimise eeliskasv on olnud plaanipärane ning kooskõlas 2016. aastal ETAgil välja töötatud uurimistoetuste ja baasfinantseerimise kontseptsiooniga, mille eesmärk oli luua kooskõlalisel toimiv ja selgelt eesmärgistatud teaduse põhi-rahastusinstrumentide süsteem.<sup>29</sup> Kontseptsiooni üks eesmärk on luua süsteemis selgus: minna üle kolmelt mõneti kattuvate eesmärkidega rahastusinstrumentidelt (personaalsed ja institutsionaalsed uurimistoetused ning asutuste baasfinantseerimine) kahele selgelt eristuvate eesmärkidega instrumentile (teadlaskarjääri eri astmetele sihistatud uurimistoetused ning asutuste teaduse tegevustoetus). Teine eesmärk on muuta süsteem stabiilsemaks: kasvatada asutuste püsirahastuse osakaalu ning võrdsustada 2020. aastaks konkurentsipõhiste uurimistoetuste ja teadusasutuste tegevustoetuste suhe. Asutuste teadustegevuse stabiilsem püsirahastamine annab võimaluse ning paindlikkuse teadustegevusele strateegiliste eesmärkide seadmiseks ning seega ka suurema vastutuse võtmiseks.<sup>30</sup> Kontseptsiooni kohaselt tuleks baasfinantseerimine ümber kujundada selgete ülesannete täitmisele suunatud teadusasutuste tegevustoetusteks.

Kontseptsioon näeb lisaks uurimistoetustele ja asutuste teaduse tegevustoetusele ette kolmanda elemendi: teadussüsteemi toetusinstrumentide killustatuse vähendamise ja süsteemsema

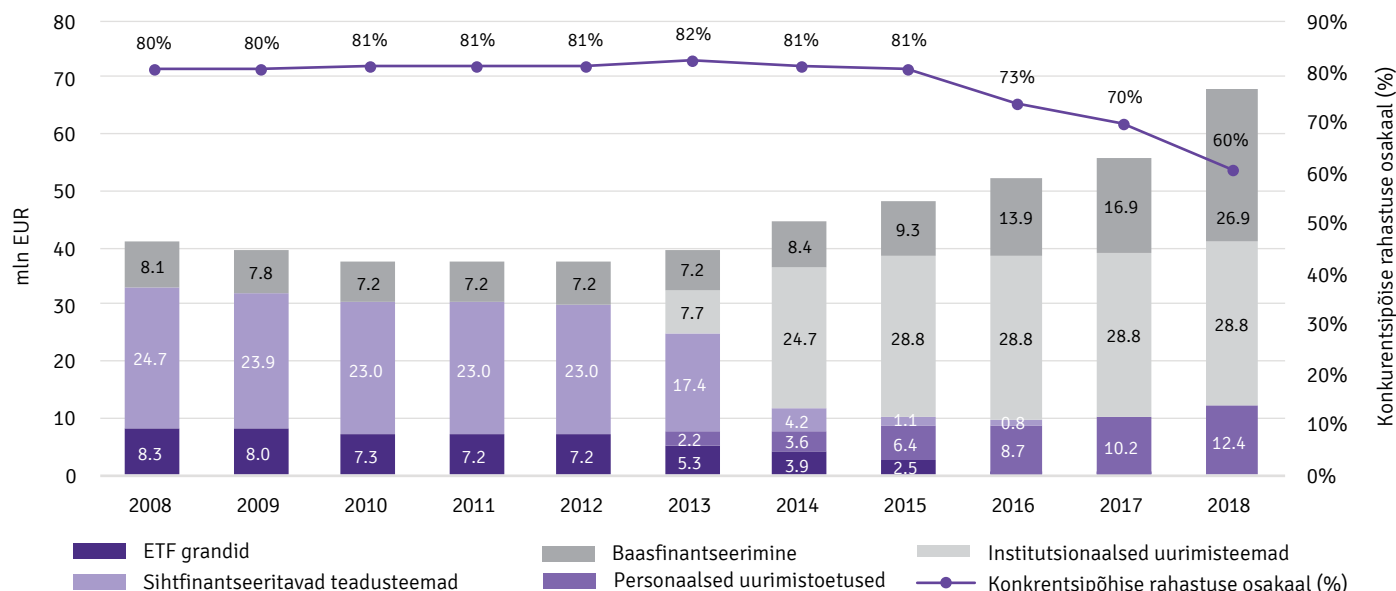
korra loomise. TA rahastamismudeli tulevikusuundadest saab põhjalikumalt lugeda kogumikus K. Pihori ja M. Saaliste artiklist „Teadus ja arendustegevuse rahastamismudeli arenguväljavaadetest“.

Jooniselt 1.6 on näha, et uurimistoetuste ja baasfinantseerimise kogusumma hakkas pärast majanduslanguse järgset madalseisu aeglaselt kasvama 2014. aastal, mil ületati 2008. aasta tase ning järgnevatel aastatel on kasv jõudsalt jätkunud. On näha ka varasemate grantide ning teadusteemade sihtfinantseerimise lõppemise dünaamika. 2012. aastal kujundati Eesti Teadusfondi grantide ning sihtfinantseeritavate teadusteemade baasil välja personaalsed ja institutsionaalsed uurimistoetused (IUT). Üleminek lõppes 2016. aastaks, kui need projektid ja teemad olid praktiliselt täies mahus lõppenud. Institutsionaalseid uurimistoetusi anti välja vaid kolmel aastal (2013–2015) ning seoses üleminekuga uutele uurimistoetustele IUT-teemad 2016. aastal enam ei avatud. Käimasolevad IUT-d asenduvad lõppemisel järk-järgult 2016. aasta kontseptsiooni alusel väljaantavate uurimistoetustega. Viimased IUT projektid lõppevad 2020. aastal. Baasfinantseerimine hakkas kasvama 2014. aastast ja on sellest peale rohkem kui kolmekordistunud, ulatudes 2018. aastal 26.9 miljoni euroni. 2018. aastal oli kasv 10 miljonit eurot. Kui baasfinantseerimise sisseviimisel 2005. aastal oli konkurentsipõhise ja stabiilse rahastuse suhe 90:10 ning 2007–2015, väga pikka aega, püsis see 80:20 tasemel, siis 2018. aastaks jõuti suhteni 60:40. Kui veel 2015. aastal torkas Eesti võrdluses paljude riikidega silma väga suure konkurentsipõhise rahastuse osakaaluga, siis toimunud muudatused viivad Eesti n-ö tavapärase teadussüsteemide sekka.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> Uurimistoetuste ja baasfinantseerimise uus kontseptsioon teadus- ja arendustegevuse rahastamise süsteemis. Eesti Teadusagentuur. [http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2016/10/Uurimistoetuste\\_ja\\_tegevustoetuse\\_uus\\_systeem\\_ETAg\\_2016.pdf](http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2016/10/Uurimistoetuste_ja_tegevustoetuse_uus_systeem_ETAg_2016.pdf) (24.10.2018).

<sup>30</sup> Kontseptsioon nägi ette ka uurimistoetuste kogumahu kasvamisest vastavalt inflatsioonile ja riigi SKP kasvule. Paraku pole riikliku rahastamise maht võimaldanud seda põhimõtet järgida.

<sup>31</sup> Koppel, A. (2016). Kulutused teadus- ja arendustegevusele: investering tulevikku. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 11–28, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>



**Joonis 1.6.** Konkurentsipõhiste rahastusinstrumentide (personaalsete ja institutsionaalsete uurimistoetuste, sihtfinantseeritavate teadusteemade, Eesti Teadusfondi grandiprojektide) ning teadusasutuste baasfinantseerimine aastatel 2008–2018. Joonega on tähistatud konkurentsipõhise rahastuse osakaal

Allikas: Eesti Teadusagentuur.

Teaduse rahastusviiside jaotus konkurentsipõhisteks ja mitte-konkurentsipõhisteks on mõnevõrra lihtsustatud skeem (ka baasfinantseerimisega ülikooli jõudnud raha pärast tuleb mõnel juhul asutuse sees konkureerida). Uurimistoetuste ja baasfinantseerimise kõrval moodustavad Eestis väga suure osa teaduse rahastamisest veel mitmed instrumendid, millest enamiku puhul tuleb teadlastel konkureerida, just nagu ETAgil uurimistoetuste saamiseks. Enamik Euroopa Liidu struktuuri- ja arendustegevuse skeemidest on seotud konkureerimisega, näiteks teaduse tippkeskused, RITA programmi rakendusuuringud, nutika spetsialiseerumise programmi rakendusuuringute ja tootearenduse toetused, tehnoloogia arenduskeskuste programm. Ka Euroopa Liidu teaduse ja innovatsiooni raamprogramm on üles ehitatud konkurssidega korraldatud valikumehanismidele. Mõne raamprogrammi osa juures, näiteks Euroopa teadusnõukogu (ERC) grantide taotlemisel, on konkurents erakordselt suur.

## Teadusvaldkondade vahelised muutused

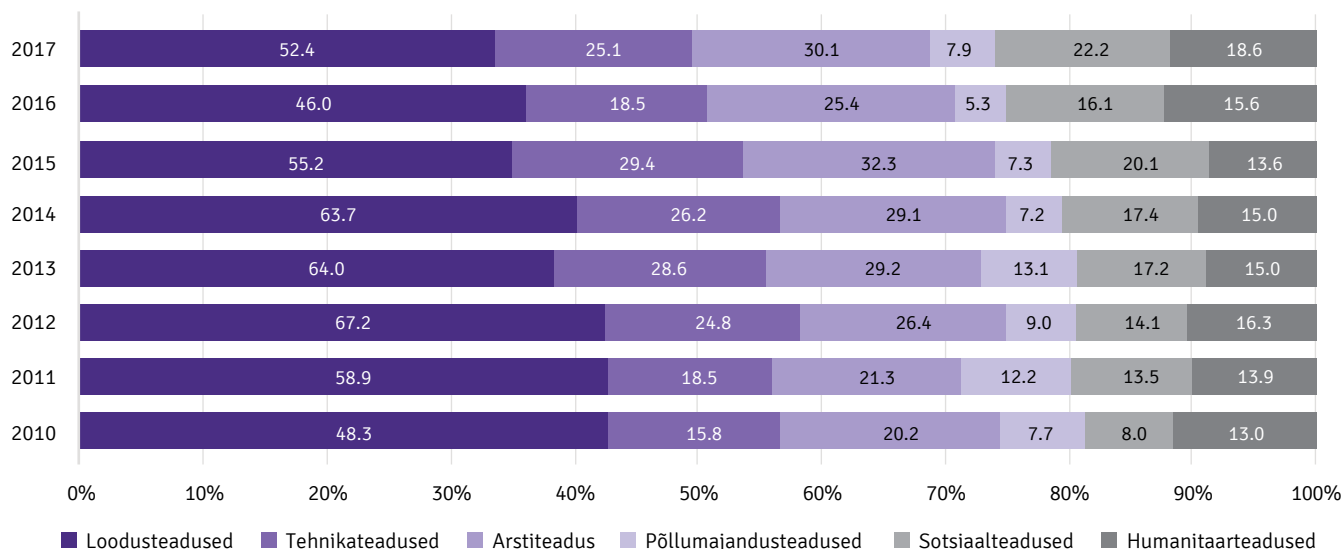
Võrreldes 2010. aastaga on loodusteaduste rahastamine kasvanud 1.1 korda, tehnikateadustel 1.6, arstiteadustel 1.5, sotsiaalteadustel 2.8 ja humanitaarteadustel 1.4 korda. Põllumajandusteaduste rahastus oli 2017. aastal sama suur kui 2010. aastal (joonis 1.7). Tegelikult pole üksikute aastate võrdlemisel võimalik trende tuvastada, sest nii selguvad ootamatult suured muutused. Seitsmeaastase perioodi jooksul erines „parimate“ ja „kehvamate“ aastate valdkondlik rahastamine mitmekordselt (sotsiaalteadused 2.8 korda – 2017 vs 2010, põllumajandusteadused 2.5 korda – 2013 vs 2016, tehnikateadused 1.9 korda, teised valdkonnad 1.4–1.5 korda). Muutuste nii suure ulatuse põhjusi ei ole analüüsitud.

Kuna uurimistoetuste valdkondlik jaotus nelja ETIS-e valdkonna vahel on aastate lõikes püsunud üsna sarnane (joonis 1.8), siis võib oletada, et aastatevahelised suured muutused teadusvaldkondade kogurahastamises on tingitud struktuurifondide rahastuse muutlikkusest. Eesti Teadusagentuuri hindamisnõukogu, kelle pädevuses on otsustada uurimistoetuste rahastamise üle, ei ole leidnud põhjust muuta seni välja kujunenud valdkondadevahelisi rahastusproportsioone. 2018. aastal läks Eesti Teadusagentuur uurimistoetuste menetlemisel seniselt ETIS-e klassifikatsioonilt üle OECD (nn Frascati) kuuel valdkonnal põhinevale klassifikatsioonile. Üleminekuga arvestati klassifikaatori vahetusel valdkondlikud jaotused ümber nii, et varasemalt väljakujunenud valdkondadevaheline rahastusproportsioon jäi püsima. Teadusvaldkondade vaheliste proportsioonide muutmine on oluline teaduspoliitiline otsus, mida saab põhjendatud vajaduse korral teha Teadusagentuuri hindamisnõukogust kõrgemal olev teaduspoliitiline kogu.

## Uurimistoetuste taotlemisel konkurents kasvab

Uurimistoetuste konkurentsi kasvamine on tendents, mis ilmneb kogu maailmas. Selle peamised põhjused on ühelt poolt teaduseelavete piiratus ja teiselt poolt teadlaste võimekuse kasv ning taseme ühtlustumine. Eestis on viimastel aastatel konkurentsi kasvu peamine tegur olnud uurimistoetuste kogusumma püsimine samal tasemel ja grantide suuruse kasv. Eesti Teadusfondi (ETF) grandid olid väga väikesed ning neid anti välja väga palju. ETF-i grandide keskmine suurus oli 2010. aastal ca 12.5 tuhat eurot aastas ja neid oli käigus 548. 2018. aastal anti välja 43 uut uurimistoetust keskmise mahuga 93 tuhat eurot (eri granditüüpide lõikes keskmised suurused 38.8 kuni 145 tuhat eurot) aastas.





**Joonis 1.7.** Teadusvaldkondade osakaalud (%) avaliku sektori TA kulutustes (tulpade pikkused) aastatel 2010-2017. Arvud tulpadel näitavad teadusvaldkondade rahastuse mahtu (mln EUR)

Allikas: Statistikaamet,<sup>32</sup> ETAg arvutused.

IUT-d kasvasid välja sihtfinantseerimise skeemist, mille eesmärk oli algselt sisulise kvaliteedikontrolli seadmine asutuste teadustöö baasfinantseerimisele. 2010. aastate alguseks oli sihtfinantseeritavate teemade hindamine kujunenud aga tugevalt konkurentsipõhiseks ning IUT-de loomine 2012. aastal viis sihtfinantseerimise ülemineku konkurentsipõhiseks grandiks ka formaalselt lõpule. Kuna tegu oli asutuste ehk institutsionaalsete taotlustega, siis oli IUT-de taotluste edukuse määr küllaltki kõrge (tabel 1.1). Bio- ja keskkonnateadustes ning terviseuuringute valdkonnas oli määr 50% ja üle selle; ühiskonnateaduste ja kultuuri valdkonnas, kus taotlusi esitati proportsionaalselt rohkem ja väiksemate rühmade jaoks, oli edukuse määr alla 50%, mõnel aastal isegi ligi 30%. Alates 2016. aastast institutsionaalseid uurimistoetusi välja ei antud.

Personaalsete uurimistoetuste taotlemisel on edukuse määr olnud madalam kui IUT-de puhul. Konkurentsitihedus on olnud aastati väga erinev ning oleneb eeskätt sellest, kui palju on ühel või teisel aastal uute grantide alustamiseks mõeldud raha. Aastatel, mil raha uuteks grantideks on vähe, on konkurss suur ja edukuse määr madal. 2018. aastal anti välja uut tüüpi uurimistoetused, mis erinesid „vanadest“ PUT projektidest ja IUT teemadest fikseeritud grandimahtude poolest. Nende rahalised mahud olid suuremad kui eelnenud PUT projektidel, aga mõnevõrra väiksemad kui IUT teemadel. Et 2017. aastal lõppes vähe uurimisprojekte, siis oli 2018. aasta taotlusvoorus konkurents väga suur. Taotluste edukuse määraks kujunes 13.6%, st keskeltläbi vaid üks seitsmest esitatud granditaotlusest osutus edukaks, kuid kuus taotlejat jäid uurimistööks loodetud rahast ilma. Taas oli kõige suurem konkurss ühiskonnateaduste ja kultuuri valdkonnas.

Konkurentsipõhise teaduse rahastamise head küljed on üldteada, see tagab teadustöö kvaliteedi. Ometi on liiga tihedal

konkurentsil väga olulised varjuküljed: taotlejate jaoks on sage taotluste kirjutamine aeganõudev ja frustreriv, väga arvukate taotlustega kasvab märkimisväärselt administreerimise rahaline ja ajakulu. Maailma teadusagentuuride töö analüüsi põhjal on selgunud arvamus, et kui taotlemise edukus langeb alla 20%, muutub grandisüsteem ebaefektiivseks ja parimatest parimate väljavalimisel hakkab suurt rolli mängima juhus. ETAg hindamismisnõukogu hinnangul vääraks kvaliteedi poolest rahastamist ligikaudu poole rohkem projekte, kui oli võimalik toetada 2018. aasta voorus. Mõistlik edukuse määr on vähemalt 30%.

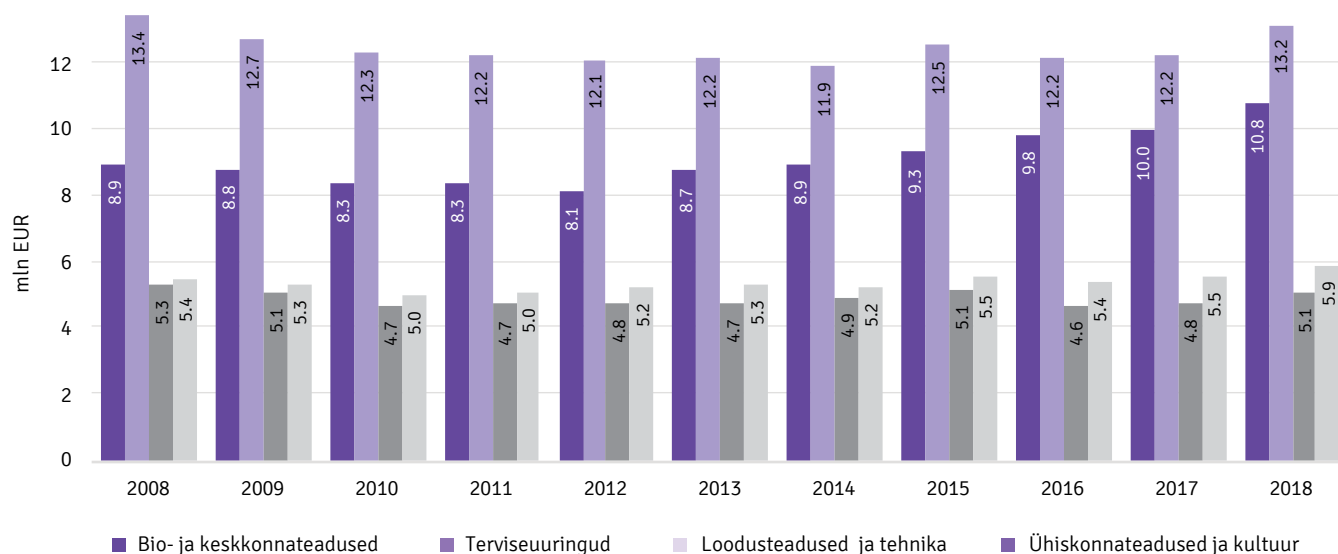
## Euroopa Liidu tõukefondid toetavad teaduse tippkeskusi ja teadustaristut

Kogumikus vaadeldaval ajaperioodil jätkub üheksa teaduse tippkeskuse töö (tabel 1.2). Igasse tippkeskusse kuuluvad mitme teadusasutuse uurimisrühmad. Seeläbi on tippkeskused väga head asutustevaheliste kontaktide loomiseks ning interdistsiplinaarse töö edendamiseks. Tippkeskusi rahastatakse EL-i tõukefondidest. Nende finantseerimise maht on võrreldes uurimistoetuste kogumahuga märkimisväärtne (kõikide tippkeskuste peale kokku keskmiselt ca 6 mln eurot aastas, ehk ligi kuuendik kogu uurimistoetuste mahust).

Vaadeldaval ajaperioodil jätkus Eesti teadustaristu teekaardi objektide investeeringute toetamine (tabel 1.3). Toetust jagati teadustaristutele EL-i tõukefondide meetme „Riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri toetamine teekaardi alusel“ esimese taotlusvooru raames.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Teadustaristu teekaart on strateegiline planeerimisvahend, mis sisaldab loetelu uutest või kaasajastamist vajavatest riiklikult olulistest teaduse infrastruktuuriüksustest (taristuobjektidest). Teekaarti täiendatakse regulaarselt, et arvestada muutuvaid vajadusi ja võimalusi. Eelmine Eesti teadustaristu teekaart valmis 2014. ETAg käivitas 2018. aastal HTMi ülesandel teekaardi järjekordse uuendamise. Uuendatud teekaardi kinnitab Vabariigi Valitsus eeldatavasti 2019. aasta algul.

<sup>32</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (10.10.2018).



**Joonis 1.8.** Konkurentsipõhiste rahastusinstrumentide (personaalsete ja institutsionaalsete uurimistoetuste, sihtfinantseeritavate teadusteemade, Eesti Teadusfondi grandiprojektide) rahastuse valdkondlik (ETIS-e klassifikaatori järgi) jaotus (mln EUR) aastatel 2010–2018

Allikas: Eesti Teadusagentuur.

**Tabel 1.1.** Edukuse määr IUT ja PUT taotlusvoorudes (projektide algusaasta järgi) aastatel 2013–2018

Rahastatud projektide osakaal kõigist taotlustest					
	Bio- ja keskkonnateadused	Loodusteadused ja tehnika	Terviseuuringud	Ühiskonnateadused ja kultuur	Kokku
IUT 2013	50.0%	40.0%	77.8%	26.7%	41.3%
IUT 2014	68.6%	59.1%	64.3%	48.5%	59.5%
IUT 2015	50.0%	39.4%	50.0%	30.4%	40.5%
PUT 2013	23.1%	22.2%	26.7%	18.3%	21.6%
PUT 2014	9.8%	14.0%	21.7%	11.1%	13.1%
PUT 2015	28.0%	21.2%	35.3%	18.8%	23.0%
PUT 2016	27.1%	16.8%	27.3%	13.1%	19.0%
PUT 2017	24.1%	24.6%	39.0%	20.6%	25.1%
PUT 2018	15.8%	15.0%	14.3%	8.9%	13.6%

Allikas: Eesti Teadusagentuur.

**Tabel 1.2.** Teaduse tippkeskused 2016–2022. Rahastuse maht on toodud kogu perioodi kohta kokku

Tippkeskused 2016–2022	Eelarve kokku (mln EUR)
Globaalmuutuste ökoloogia looduslikes ja põllumajanduskooslustes	4.4
Tume universum	4.0
Kontrollitud korrastatus kvant- ja nanomaterjalides	3.9
Uudsed materjalid ja kõrgtehnoloogilised seadmed energia salvestamise ja muundamise süsteemidele	4.7
Genoomika ja siirdemeditsiini tippkeskus	5.1
Molekulaarse rakutehnoloogia tippkeskus	4.8
Eesti-uuringute tippkeskus	4.8
Teadmistepõhise ehituse tippkeskus	4.4
IT-tippkeskus EXCITE	5.1
<b>Kokku</b>	<b>41.2</b>

Allikas: Eesti Teadusinfosüsteem (ETIS).<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Eesti Teadusinfosüsteem. www.etis.ee (22.10.2016).



**Tabel 1.3.** Meetme „Riikliku tähtsusega teaduse infrastruktuuri toetamine teekaardi alusel“ I taotlusvoorst toetuse saanud teadustaristud. Rahastuse maht hõlmab perioodi 2016–2022

Teadustaristu nimetus	Eelarve kokku (mln EUR)
Eesti Genoomikakeskus (EGK)	1.8
Eesti Keeleressursside Keskus (EKRK)	0.7
Eesti teaduse ja hariduse andmeside optiline magistraalvõrk	0.5
Infotehnoloogiline mobiilsusobservatoorium (IMO)	0.8
Eluteaduste andmete teadustaristu (ELIXIR)	1.3
Nutika tootmise tuumiktaristu (SmartIC)	1.6
Nanomaterjalide tehnoloogiate ja uuringute keskus (NAMUR+)	1.8
Euroopa Neutronkiirgusallikas (European Spallation Source)	3.0
Riiklik siirdemeditiini ja kliiniliste teadusuuringute keskus (RSKTK)	2.1
Eesti Teadusarvutuste Infrastruktuur (ETAIS)	2.1
Analüütilise keemia kvaliteedi infrastruktuur (AKKI)	1.5
Loodusteaduslikud arhiivid ja andmevõrgustik (NATARC)	1.6
Eesti osalemine Euroopa Sotsiaaluuringus (European Social Survey)	0.4
<b>Kokku</b>	<b>19.1</b>

Allikas: Eesti Teadusagentuur.

## Eesti teadus ja ettevõtlus on Euroopa Liidu raamprogrammides edukas

Eesti teadlaste ja ettevõtjate osalemine Euroopa Liidu teadus- ja arendustegevuse programmides on pidevalt kasvanud (joonis 1.9). Kuigi osalemise intensiivsus mõõdetuna raamprogrammidest Eestisse võidetud raha hulgaga on aastate lõikes olnud üsna muutlik (see on tingitud programmide avamise ja taotlemise tsüklilisusest), on üldine kasvutrend ilmne.

Tähelepanuväärne on fakt, et lisaks teadusasutustele on raamprogrammides edukad ka Eesti ettevõtjad. 2018. aasta septembri seisuga avaldatud andmetest selgub, et Eesti taotlejad on edukalt osalenud Horisont 2020 konkurssidel 426 korral ja võitnud seal 126.3 mln eurot. Kasumit taotlevad eraettevõtted on olnud edukad 149 korral (neist 117 juhul väikesed ja keskmise suurusega ettevõtted) ning nad on võitnud 50.8 mln eurot (VKE-d sellest 35.4 mln eurot).<sup>35</sup>

Eesti on Horisont 2020 osalemise edukuse poolest jätkuvalt Euroopa Liidus väga heal positsioonil (joonis 1.10). Kui võrrelda raamprogrammist võidetud raha osakaalusid riigi SKP-st, siis on Eesti ees napi eduga esikohale tõusnud Küpros. Selles arvestuses ületab Eesti Euroopa keskmist lausa 2.6 korda. Indikaatori alusel riikide võrdlemisel tasub tähele panna, et SKP-le taandatud võrdluses on eelis madalama SKP-ga riikidel. Kui

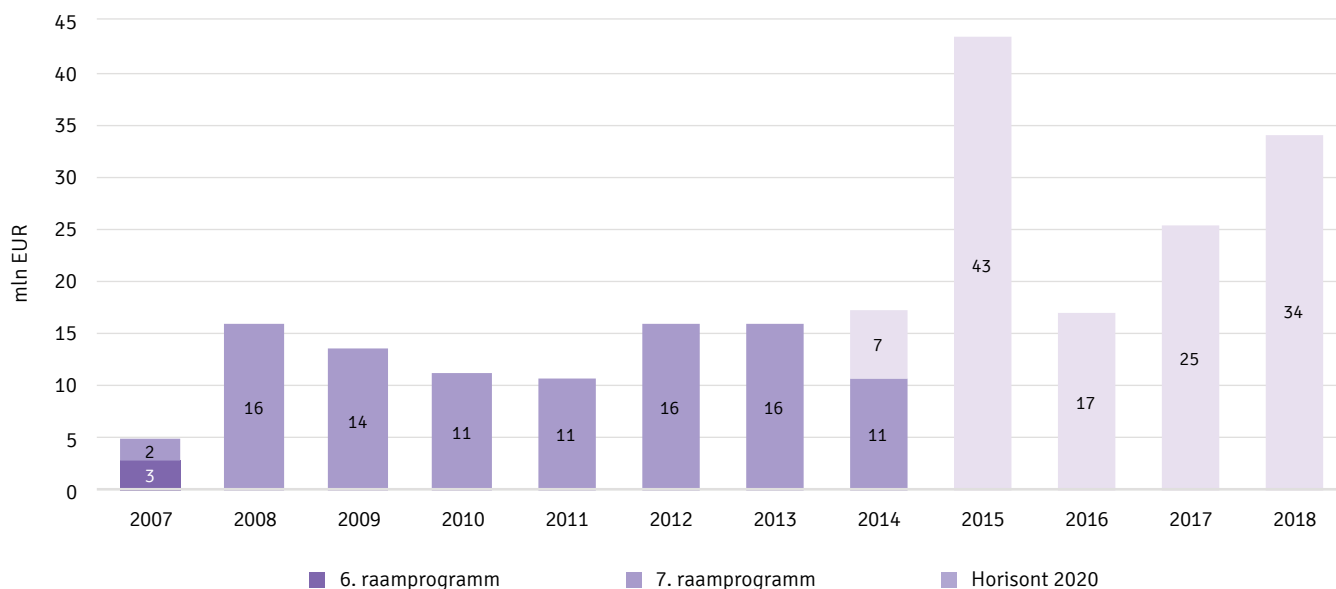
elimineerida madalama SKP mõju ja arvestada osaluse edukust suhtarvuna riigi elanike kohta, on Eesti positsioon ka küllalt hea, ületades EL-i keskmise 1.45 korda. Taoline edukus annab tunnistust Eesti teadlaste ja ettevõtjate kõrge tasemest ja heast konkurentsivõimest Euroopa teadus- ja innovatsiooniturul.

Kuna raamprogrammis osalemine eeldab reeglina koostööd, näitab edukas osalemine ka seda, et meie teadlased-ettevõtjad on hinnatud koostööpartnerid.

Välismaiste allikate osakaal Eesti teaduse rahastamisel on väga suur (joonis 1.3). Nimetatud allikate seas on arvestatav osa raamprogrammil.

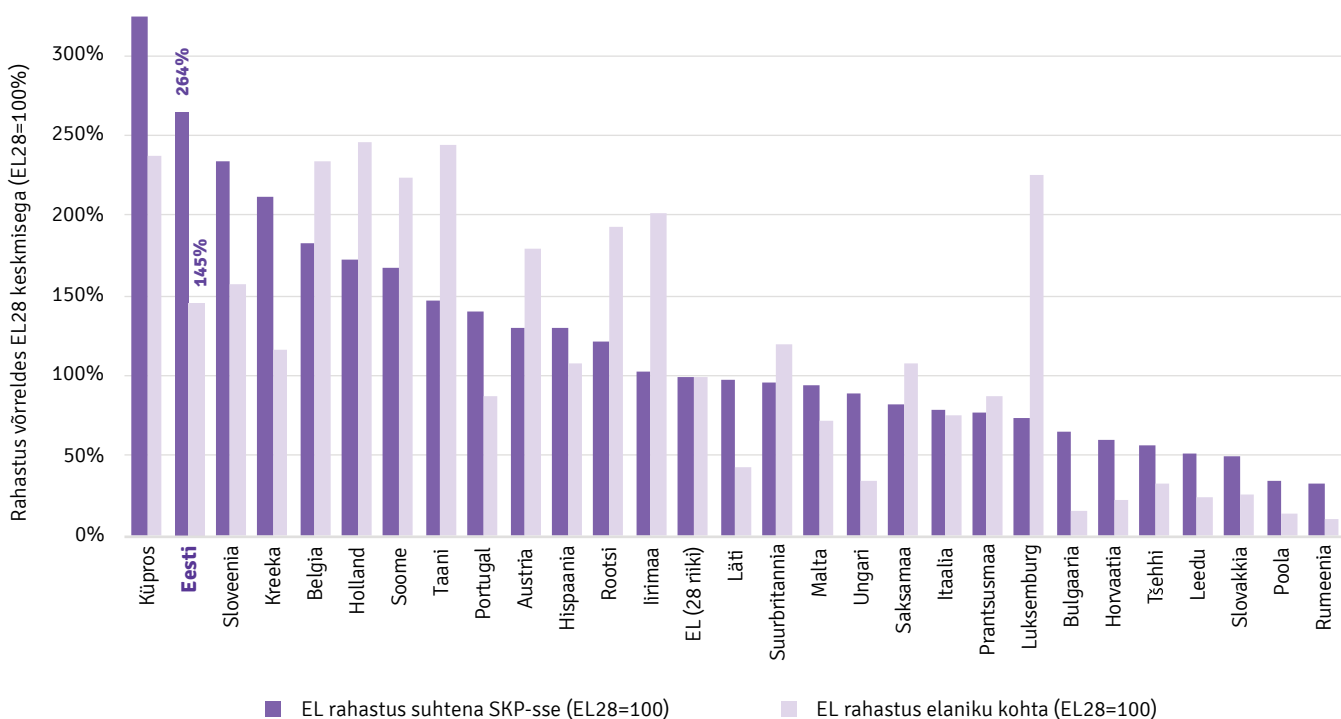
Seetõttu võib jätkuvalt tõdeda, et käimasoleval ja järgneval perioodil kavandatavas raamprogrammis osalemise oluline kasv ei ole kuigi reaalne. Eesti teadlased ja ettevõtjad peaksid järgnevalt seadma eesmärgiks osaleda rahvusvahelistes koostööprojektides senisest enam juhtivates rollides.

<sup>35</sup> External Common Research Datawarehouse (eCORDA) andmed seisuga 29.09.2018. <https://webgate.ec.europa.eu> (25.10.2018).



**Joonis 1.9.** Euroopa Liidu teaduse ja innovatsiooni raamprogrammidest Eestisse suunatud raha aastatel 2007–2018. Joonisel aastate lõikes toodud summad vastavad sel aastal allkirjastatud lepingute rahalisele mahule. Rahastust kasutatakse projektide täitmiseks mitme järgneva aasta jooksul (seisuga 29.09.2018)

Allikas: eCORDA.<sup>36</sup>



**Joonis 1.10.** Riikide edukus raamprogrammis Horisont 2020 võrrelduna EL28 keskmisega (andmed seisuga 13.08.2018)

Allikad: eCORDA<sup>37</sup> ja Eurostat.<sup>38</sup>

<sup>36</sup> External Common Research Datawarehouse (eCORDA) andmed seisuga 29.09.2018. <https://webgate.ec.europa.eu> (25.10.2018). Tasub tähele panna, et andmebaasi eCORDA korrigeeritakse mõnikord ka tagantjärele, seega võivad eri aegadel baasist tehtud väljavõtted erineda.

<sup>37</sup> External Common Research Datawarehouse (eCORDA) andmed seisuga 13.08.2018. <https://webgate.ec.europa.eu> (29.08.2018).

<sup>38</sup> Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (29.08.2018). (SKP seisuga 2016, elanike arvud seisuga 1. jaanuar 2017).





Üliõpilane Kalev Joab teostamas mensulmõõdistamist  
geograafiaüliõpilaste välipraktikal 1990. aasta juunis.  
Tagaplaanil juhendaja dotsent Leo Kullus  
Autor: Margus Hendrikson (Teadusfoto 2017).

# TEADLASTE JÄRELKASV, KARJÄÄRIMUDEL JA VÕIMALUSED TÖÖTURUL: KUST ME TULEME, KAS JA KUHU ME LIIGUME?

Ülo Niinemets

Eesti Maaülikooli professor ja Eesti Teaduste Akadeemia akadeemik

## Sissejuhatus

Riigi ja ühiskonnana globaliseeruv maailmas edu saavutamine on ülesanne, millega peame lakkamatult tegelema. Kiire toorainetel põhinev röövkapitalistlik majanduskasv, mis põhineb taastumatutel loodusressurssidel või keskkonna pöördumatul hävitamisel, ei ole jätkusuutlik. Lähitulevikus ei ole kestlik enam ka majanduskasv, mis põhineb spekulatiivsel vahendamisel või maksuparadiiside loomisel. Järjest keerukamaks muutuvad tehnoloogiad, protsessid ja muutused ühiskonnas nõuavad üha suuremaid teadmisi järjest kiirenevas tempos. Seetõttu investeerivad edukad kõrge lisandväärtusega majandusmodelitega riigid üha enam inimeste haridusse ning teadus- ja arendustegevusse. Tihti käsitletakse nimetatud investeeringuid kõrge lisandväärtusega majandusmodeli loomisel väga lihtsustatult ainult sisenditena tootmisse. Paraku on samavõrra oluline kõrgelt arenenud tehnoloogia väljatöötamist soodustav keskkond ning ühiskonna sidus ja keskkonnasäästlik areng. Selleks peab kasvama haridustase igal pool, nii era- kui avalikus sektoris.

Käesolevas artiklis analüüsitakse, milline on Eesti inimressursi „tervis“ võrreldes teiste riikidega, keskendudes hariduse kõige kõrgemale astmele – doktoriõppele –, ning teadustöötajatele. Küsin, milline on riigi teadus- ja arendustegevusse panustamise määraga seotud raamistik teiste riikidega võrreldes ja kas lähene samaviisi jätkates meile eeskujuks olevatele riikidele? Kokkuvõtlik analüüs on edasiarendus professor Tiit Tammaru artiklist kogumikus Eesti Teadus 2016,<sup>39</sup> kuid käsitleb detailsemalt doktorantide ja teadlaste vanusedünaamikat, teadlaste karjäärimudelit ning soolõhet. Trendide analüüs uuenenud statistika kontekstis toob esile mitmeid viimase aja nihkeid doktorantide vanusedünaamikas ja lõpetamise edukuses ning näitab olulist teadustöötajate arvu kahanemist nii avalikus kui erasektoris. Üleüldine kokkutõmbumine on selgelt seotud teadus-arendustegevuse investeeringute stagneerumisega viimastel aastatel ning kinnitab tõsiasja, et „saame seda, mille eest maksame“. Kokkuvõtlikult näitavad andmed, et nii doktorite kui teadustöötajate sisenemine tööturule on pidurdunud ning me mitte ei lähene edukatele teadusriikidele, vaid kauge-neme neist. Eelkõige on probleemne noorteadlaste sisenemine teadusmaastikule ning nende seal püsimine ja edenemine. Vakantside tekkimisest avalikult ja läbipaistvalt teavitamiseks

ning töökohakindluse suurendamiseks on hädavajalik selge saavutustel põhineva teadlaskarjääriredeli sisseseadmine. Esimesi samme selles suunas on juba tehtud, kuid nagu paljude asjadega, tikume takerduma Eestile oma tee otsimisse. Riikide statistiline võrdlus näitab kirelt, et globaliseeruv maailmas on teistest edukamaks saamiseks ainult piiratud kombinatsioon võimalusi ja olemasolevad „aknad“ järjest ahenevad, sest konkurendid liiguvad kiirenevas tempos.

## Doktorikraadiga töötajate hulk on otseselt seotud investeeringutega teadus- ja arendustegevusse ja majanduskasvuga

Kaasaja edukates riikides on kiire ja jätkusuutlik majanduskasv saavutatud eelkõige inimeste keskmise haridustaseme tõusuga. Arenenud riikides on kasvanud nii esimese (OECD riikides 2016. aasta seisuga keskmiselt 23.8%) ja teise (magister ja ekvivalentsed haridustasemed, 11.9%) kui ka kõrghariduse viimase astme (doktoriõpe, 1.0%) omandanute hulk.<sup>40</sup> Kui esimese ja teise astme kõrgharidus on kaasajal muutunud massihariduseks (OECD riikide noortest vanuses 25–35 ligikaudu 45% on kõrgharidusega<sup>41</sup>) ning on vältimatu eeldus paljudel elualadel tööturul konkureerimiseks, siis doktoriõpe on endiselt elitaarne tippharidus, milleni jõuab ühiskonnas suhteliselt väike osa rahvastikust. Samas on riigi innovatsioonivõimekuseks ja -valmisolekuks just oluline tippkompetentsi olemasolu. Erinevalt kõrghariduse esimestest astmetest on doktoriõppe lõpetanute osakaal tööealise elanikkonna hulgas riigiti väga erinev. Suhtarvuna tuhande tööealise elaniku kohta (vanuses 25–64 aastat) varieerus doktorikraadiga inimeste arv 2016. aastal näiteks OECD riikide vahel 0.2-st (Tšiili) 29.8-ni (Šveits).<sup>42</sup> See on väga oluline varieeruvus, sest just doktorikraadiga inimeste osakaal on väheste eranditega otseselt seotud riigi jõukusega (joonis 2.1a).

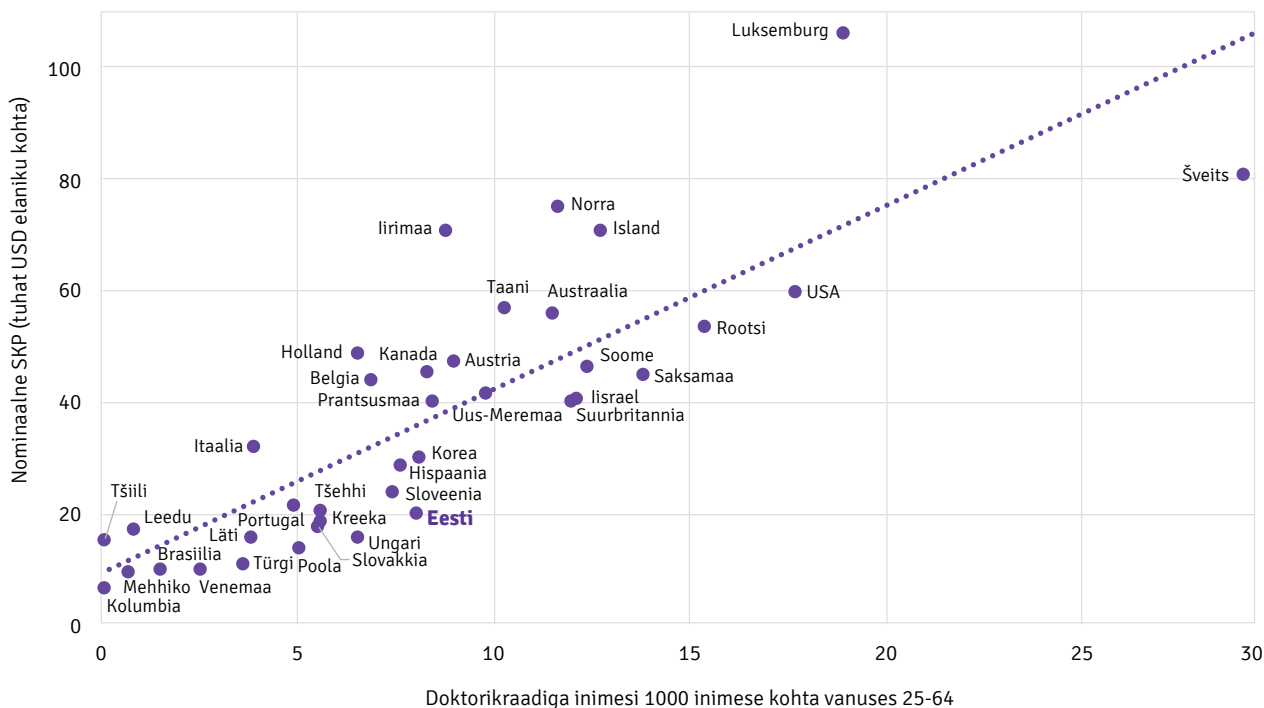
<sup>39</sup> Tammaru T. (2016). Doktorikraad ja teadustöötajad tööturul: Eesti Euroopa riikide võrdluspeegliis. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 19–24, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>40</sup> OECD. (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>

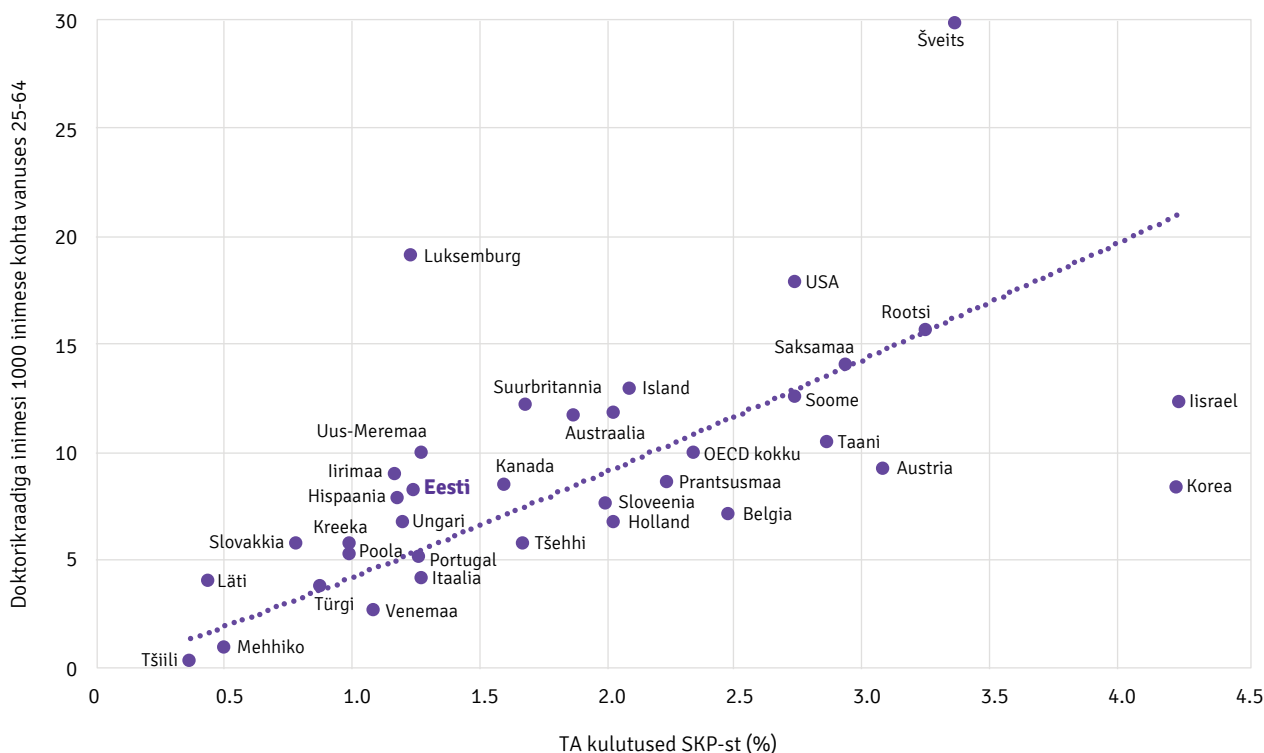
<sup>41</sup> OECD. Education attainment. Population with tertiary education (indicator). doi: 10.1787/0b8f90e9-en

<sup>42</sup> OECD. (2017). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation, OECD Publishing, Paris <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en>





**Joonis 2.1a.**



**Joonis 2.1b.**

**Joonis 2.1.** Seosed riigi nominaalse sisemajanduse koguprodukti (SKP elaniku kohta, tuhat USD) ja doktorikraadiga inimeste osakaalu vahel (a) ja doktorikraadiga inimeste osakaal sõltuvuses riigi investeringutest teadus- ja arendustegevusse (b). Doktorikraadiga inimesed on arvestatud suhtarvuna tööealisest (25–64-aastased) elanikkonnast; teadusinvesteeringud (% SKP-st) 2016. aasta või viimase olemasoleva aasta kohta ning SKP 2017. aasta või viimase olemasoleva aasta kohta<sup>47</sup>

Allikad: OECD,<sup>43,44</sup> IMF<sup>45</sup> ja Statistikaamet,<sup>46</sup> ETAg ja autori arvutused.

<sup>43</sup> Märkus: joonisel 2.1a lähendati andmed funktsiooniga  $y = ax + b$  ja joonisel 2.1b funktsiooniga  $y = axb$  (determinatsioonikordajad siin vastavalt  $r^2 = 0.67$  ja  $r^2 = 0.57$ ).

<sup>44</sup> OECD. (2017). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation, OECD Publishing, Paris <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en>

<sup>45</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (03.09.2018).

<sup>46</sup> IMF. World Economic Outlook Database. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/02/weodata/index.aspx> (10.10.2018).

<sup>47</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (10.10.2018).



Doktorikraadiga inimeste osakaal tööjõus on samuti positiivses korrelatsioonis riigi investeeringutega teadus- ja arendustegevusse (proportsioonina sisemajanduse koguproduktist, SKP, joonis 2.1b). Seos kinnitab selgelt Euroopa Kasvustrateegia Europe 2020<sup>48</sup> põhipostulaati, et teadusesse investeerimine suurendab kõrget lisandväärtust andvate „nutikate“ töökohtade arvu ning on põhiline majanduse kasvumootor. Viimase seose puhul on küll erandid doktorite osakaalus konkurentsituult tipus olev Šveits ja talle järgnev Luksemburg – mõlemas riigis on tööealises elanikkonnas rohkem doktoreid, kui võiks eeldada nende panuse põhjal teadus- ja arendustegevusse (joonis 2.1b). Küll on mõlemad jõukad riigid, kes võivad endale lubada luksust osta sisse tarka tööjõudu (joonis 2.1a). Samuti võib Luksemburgi paradoksi seletada arvukate Euroopa Liidu institutsioonide töötajaskonnaga.

Kus paikneb riikide võrdluses Eesti kõige kõrgema haridusega spetsialistide osakaalu skaalal? Eestis oli 2016. aastal 8.1 doktorikraadiga töötajat 1000 tööealise elaniku kohta<sup>49</sup> (kokku 3125 doktorikraadiga teadus- ja arendustegevusega hõivatud töötajat<sup>50</sup>). Näitaja vastab üsna hästi meie jõukusele ning panustamisele teadus- ja arendustegevusse, kuid asetab meid ka riikide võrdluses tagumise ešeloni mängijate hulka (joonis 2.1b). Doktorite teadusvaldkondade jaotuses on Eesti olnud suhteliselt edukas loodusteadustes (keskmiselt 31.7% lõpetanutest aastail 2006–2017<sup>51,52</sup> ja 31% OECD 2015. aasta andmetel<sup>53</sup>). Seda on rohkem kui Põhjamaades keskmiselt 2015. aasta andmete alusel (Taani 18%, Soome 18%, Rootsi 21%, kuid Norra 28%), aga sarnaselt edukate teadusriikidega (Saksamaa ja Suurbritannia 29%, Šveits 31%<sup>54</sup>). Teisalt on näiteks meditsiiniteaduste panus doktoriõppese kasin (6%) võrreldes eespool nimetatud seitsme eduka teadusriigiga, kus meditsiiniteaduste doktoriõppe lõpetanute osakaal varieerus 16%-st (Suurbritannia) 29%-ni (Taani).<sup>55</sup> Selgelt on Eestis doktorikraadiga inimesi liiga vähe kõigis, aga eriti just võtmetähtsusega valdkondades ning see on otseselt seotud vähese panustamisega teadus- ja arendustegevusse (joonis 2.1b).

## Doktorid erasektoris: kui palju ja miks riigid erinevad?

Võrreldavad andmed doktorikraadiga inimeste töökohtade jaotuse kohta riikide avaliku (kõrgharidus- ning valitsussektor) ning erasektori (kasumit taotlev ettevõtlussektor ja kasumitaotlusega erasektor) vahel on piiratud, kuna sektorite jaotus erineb ning andmete aegread on paljudel riikidel lünklikud. Käesolev analüüs põhineb OECD viimastel (2017. aastal avaldatud) andmetel<sup>56</sup> ja vaatamata teatud ebaühtlusele võimaldab olemasolev andmestik teha mitmeid olulisi järeldusi. Doktorikraadiga TA töötajate osakaal erasektoris (seal töötavate doktorikraadiga TA töötajate arv kõigi doktorikraadiga TA töötajate arvust) varieerub ulatuslikult, 2.9%-st Poolas, 3.8%-st Slovakkias ja 3.9%-st Türgis kuni 32.4%-ni Austrias ja 33.6%-ni Belgias (joonised 2.2b,c).

Mis põhjustab suure riikidevahelise varieeruvuse erasektoris töötavate doktorite osakaalus? Kõigepealt näitavad andmed, et erasektori suhteline panus riigi teadus- ja arendustegevuse investeeringutesse on suurem arenenud riikides, kes rahastavad teadus- ja arendustegevust üldiselt rohkem (joonis 2.2a). See on väga oluline seaduspärasus, mis näitab selgelt, et erasektori teadus- ja arendustegevuse oluliseks kasvuks on vajalik teatud minimaalne avaliku sektori investeeringute tase, mis ületab erasektorile teadlasi koolitavate õppejõudude taastootmiseks vajalikku taset. Isegi kõige edukamates riikides, kes panustavad kõige suuremal määral teadus- ja arendustegevusse, töötab enamik doktoreid siiski avalikus sektoris. Avalik sektor, eelkõige ülikoolid, valmistab ette doktoreid ettevõtlussektorile, aga vastutab ka kogu kolmeastmelise kõrghariduse toimimise eest: erasektoris ei saa siseneda rohkem doktoreid, kui on vajalik õppejõudude korpuse taastootmiseks. Erasektoris ei küüni doktorite osakaal üle kolmandiku kõigist doktoritest mitte üheski riigis. Seda järeldust kinnitavad positiivsed seosed erasektoris töötavate doktorite osakaalu ning erasektori teadus- ja arendustegevusse panustamise (joonis 2.2b) ning riigi SKP (joonis 2.2c) vahel. Madalama erasektori doktorite osakaaluga riikides on üldjuhul nii väiksem SKP, väiksem üldine riigi panus teadus- ja arendustegevusse kui sellest omakorda veel väiksem erasektori osakaal. Antud seaduspärasuste juures on teatud erandeid – näiteks Venemaal töötab suhteliselt suurem hulk doktoreid eraettevõtluses (joonis 2.2c), kuid eespool mainitud statistilise andmestiku ebaühtluse tõttu ei ole antud momendil kohane erandeid detailsemalt analüüsida.

<sup>48</sup> European Commission. Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Communication from the Commission. Brussels, 3.3.2020. COM(2010) 2020. <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> (03.09.2018).

<sup>49</sup> OECD. (2017). OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The digital transformation, OECD Publishing, Paris <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268821-en>

<sup>50</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (28.09.2018).

<sup>51</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (03.09.2018).

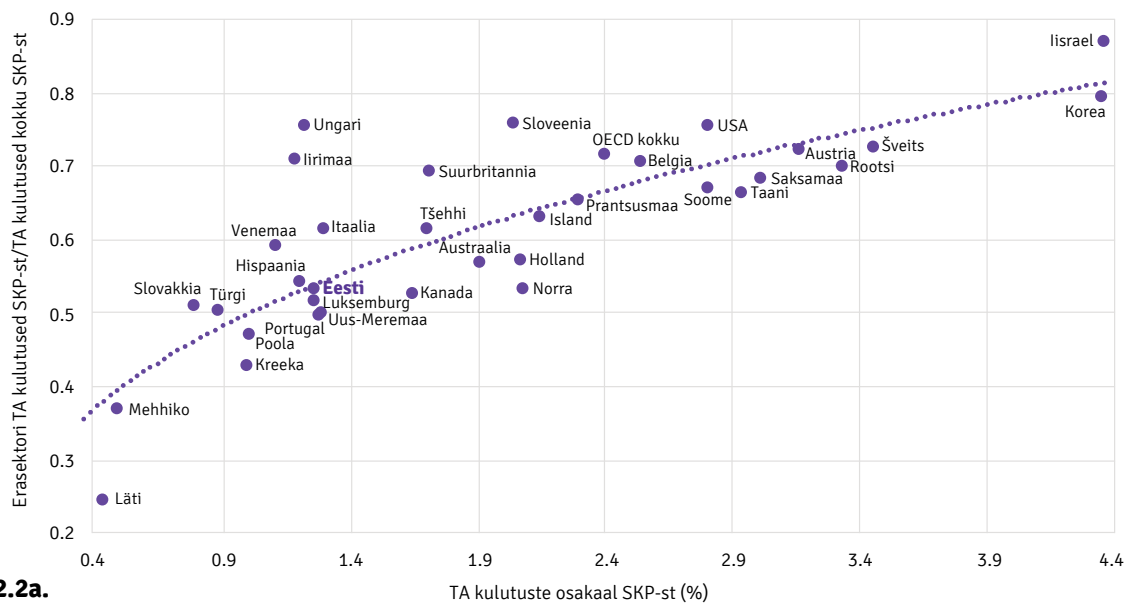
<sup>52</sup> Haridussilm. [www.haridussilm.ee](http://www.haridussilm.ee) (10.05.2018).

<sup>53</sup> OECD. (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>

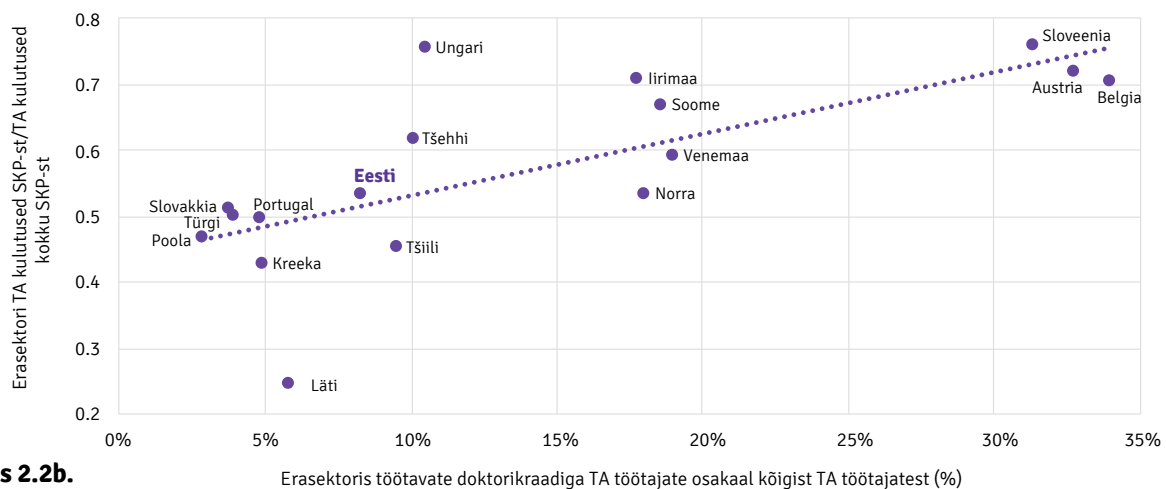
<sup>54</sup> OECD. (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>

<sup>55</sup> OECD. (2017). Education at a Glance 2017: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>

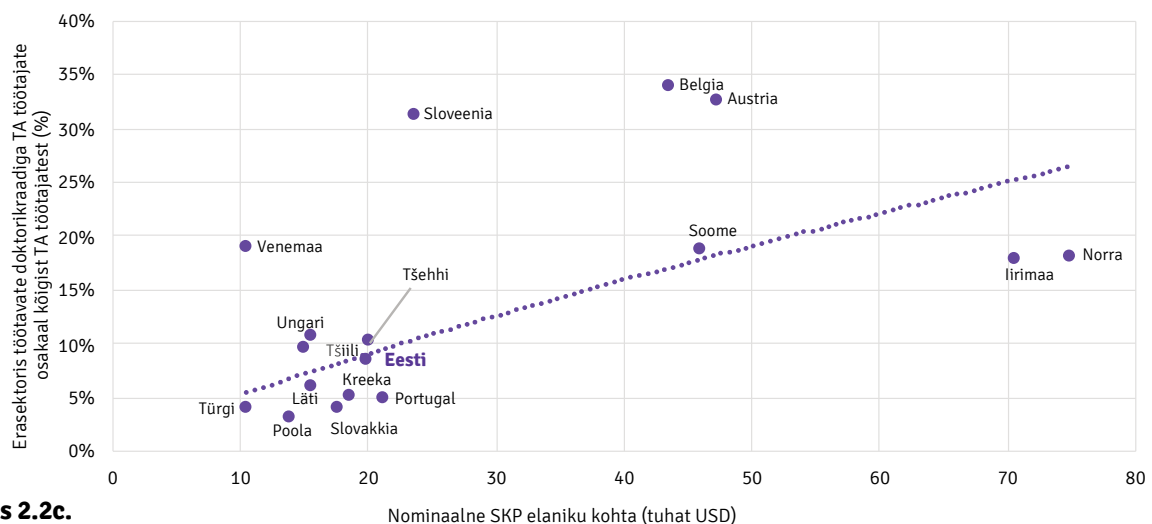
<sup>56</sup> OECD. Research and Development Statistics. [www.oecd.org/sti/rds](http://www.oecd.org/sti/rds) (04.09.2018).



Joonis 2.2a.



Joonis 2.2b.



Joonis 2.2c.

**Joonis 2.2.** Erasektori teadus- ja arendustegevuse investeringute osakaal sõltuvuses kogu riigi teadusinvesteringutest (2016 või muu viimane olemasolev aasta) (a) ja doktorikraadiga TA töötajate osakaal erasektoris (2015 või 2016, puudumisel 2014) kõigist doktorikraadiga TA töötajatest sõltuvuses erasektori teadus- ja arendustegevuse osakaalust kogu riigi teadusinvesteringutes (b) ning sõltuvuses riigi nominaalsest sisemajanduse kogutoodangust (2017) (c)<sup>57</sup>

Allikad: OECD<sup>58,59</sup> ja IMF<sup>60</sup> autori arvutused.

<sup>57</sup> Joonistel 2.2a ja 2.2c lähendati andmed funktsiooniga  $y = axb$  (determinatsioonikordajad vastavalt  $r^2=0.67$  ja  $r^2=0.39$ ) ja joonisel 2.2b funktsiooniga  $y=ax+b$  (determinatsioonikordaja  $r^2=0.51$ ).

<sup>58</sup> OECD. Research and Development Statistics. [www.oecd.org/sti/rds](http://www.oecd.org/sti/rds) (04.09.2018).

<sup>59</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (09.05.2018).

<sup>60</sup> IMF. World Economic Outlook Database. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/02/weodata/index.aspx> (08.10.2018).

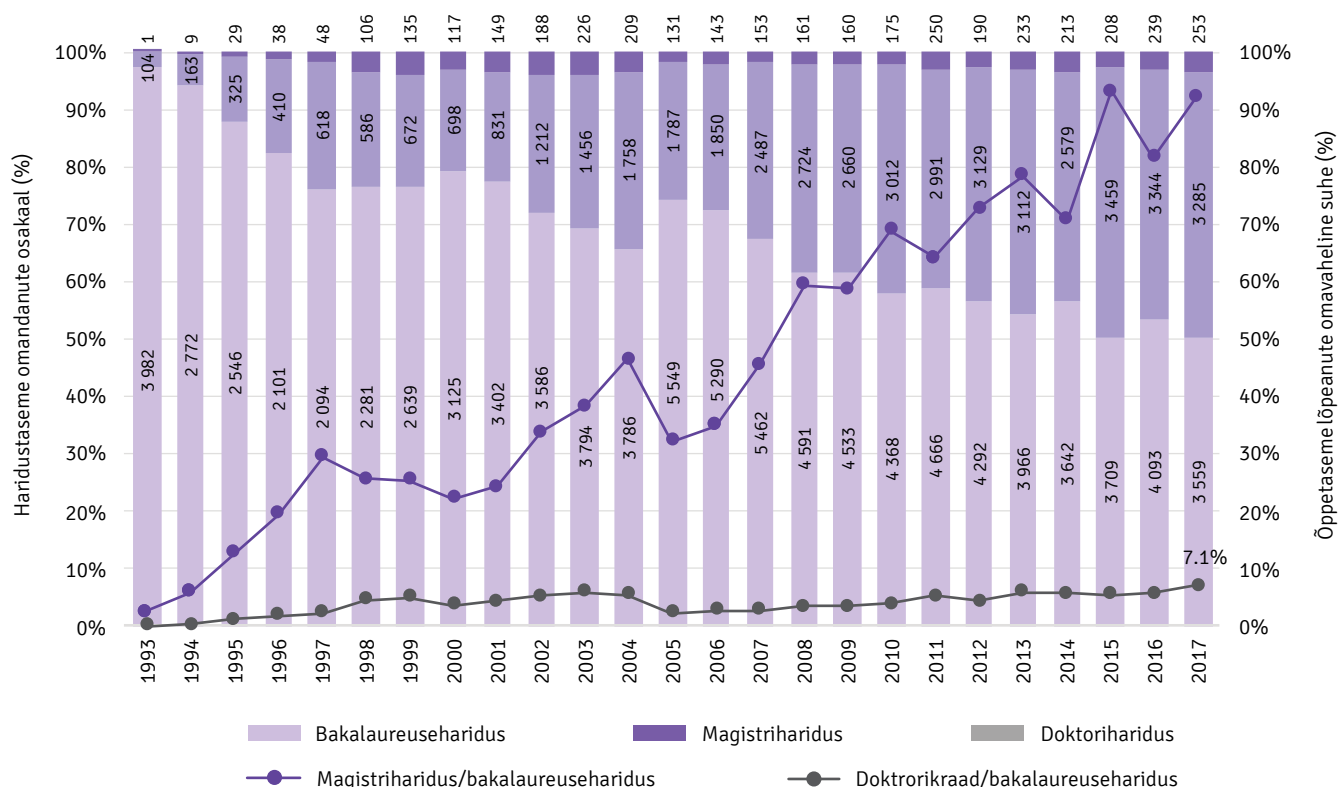
On täiesti õige, et doktorid ei jõua Eestis eraettevõtlusesse.<sup>61</sup> Eesti paigutub 8.3% doktorite osakaaluga eraettevõtluses (joonis 2.2b) vaadeldud riikide viimasesse kolmandikku. Paraku vastab Eesti positsioon üsna täpselt kogu Eesti teadus- ja arendustegevuse investeeringute määrale ja erasektori teadusesse panustamisele (joonis 2.2a,b) ja rõhutab veelkord seda, et doktorite osakaal Eesti tööealisest elanikkonnast on liiga väike ning suuremat osakaalu ei ole võimalik antud teadus- ja arendustegevuse investeeringute määra juures saavutada.

## Doktoriõpe Eestis: kas sama viisi edasi?

On kritiseeritud hüüdlauseid, et Eesti vajab 300 doktorit aastas. Kui meil lisanduks igal aastal 300 doktorit, siis läheneksime aeglaselt arenenud riikidele, kuid pärast taasiseseisvumist pole mitte kunagi tööturule lisandunud aastas nii palju doktoreid (joonis 2.3). Doktoreid on Eestis liiga vähe ning sellel on piiratud finantseerimisega seotud objektiivseid põhjuseid, kuid kas Eesti doktoriõppes on tehtud kõik võimalik, et piiratud ressursi kõige paremini kasutada? Kõrghariduse kõigi kolme astme trendide analüüs aastatel 1993–2017 näitab, et nende tudengite osakaal, kes omandavad pärast bakalaureuseõppe lõppu ka magistrikraadi, on järjekindlalt kasvanud (joonis 2.3). See trend on hästi seletatav viimaste tööandjate hulgas korraldatud uuringutega,

mis näitavad, et järjest enam väärtustatakse tööle kandideerijate hulgas magistrikraadi; analoogselt leiavad töötusijad, et magistrikraad on vajalik „massist“ eristumiseks.<sup>63,64</sup> Paraku sellist suurt positiivset trendi doktorikraadi omandamise kontekstis välja ei paista. Doktorikraadi omandanute osakaal kõigi kõrghariduse omandanute hulgas on püsinud 1998. aastast 4–5% juures, saavutades absoluutse madalseisu 2005. aastal (2.4%) ja seejärel aeglaselt kosudes, saavutades kõigi aegade kõrgeima osakaalu (7.1%) aastal 2017 (joonis 2.3). Kas see sähvatus tähendab trendi muutust, on veel ebaselge, kuid lisaks osakaalule peame arvestama ka seda, et samal ajal väheneb demograafilistel põhjustel tudengkonna üldarv ja vähemalt 300 doktorini aastas jõudmiseks peaks doktorikraadi omandavate tudengite osakaal olema oluliselt suurem.

Teiste riikide võrdluses jääb Eesti doktorikraadi omandanute hulgas (3.6% 1. astme kõrghariduse omandanute suhtes aastal 2016) mäekõrguselt maha edukatest teadusriikidest Rootsist (9.6%), Austriast (7.5%) ja Šveitsist (6.9%), aga ka näiteks Slovakiast (6.9%) (joonis 2.4). Miskipärast tikutakse doktorikraadi pidama ülimast ülimaks, kuid kaasaja maailmas on kõige kõrgem haridustase vajalik mitte ainult teadlastele, vaid nii avalikus halduses kui ka eraettevõtluses.<sup>65</sup>



**Joonis 2.3.** Hariduse omandanud haridustaseme järgi aastatel 1993–2017 (aasta näitab õppeaasta lõpu aastat)

Allikas: Statistikaamet.<sup>62</sup>

<sup>61</sup> Tammaru T. (2016). Doktorikraad ja teadustöötajad tööturul: Eesti Euroopa riikide võrdluspeeglis. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 19–24, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

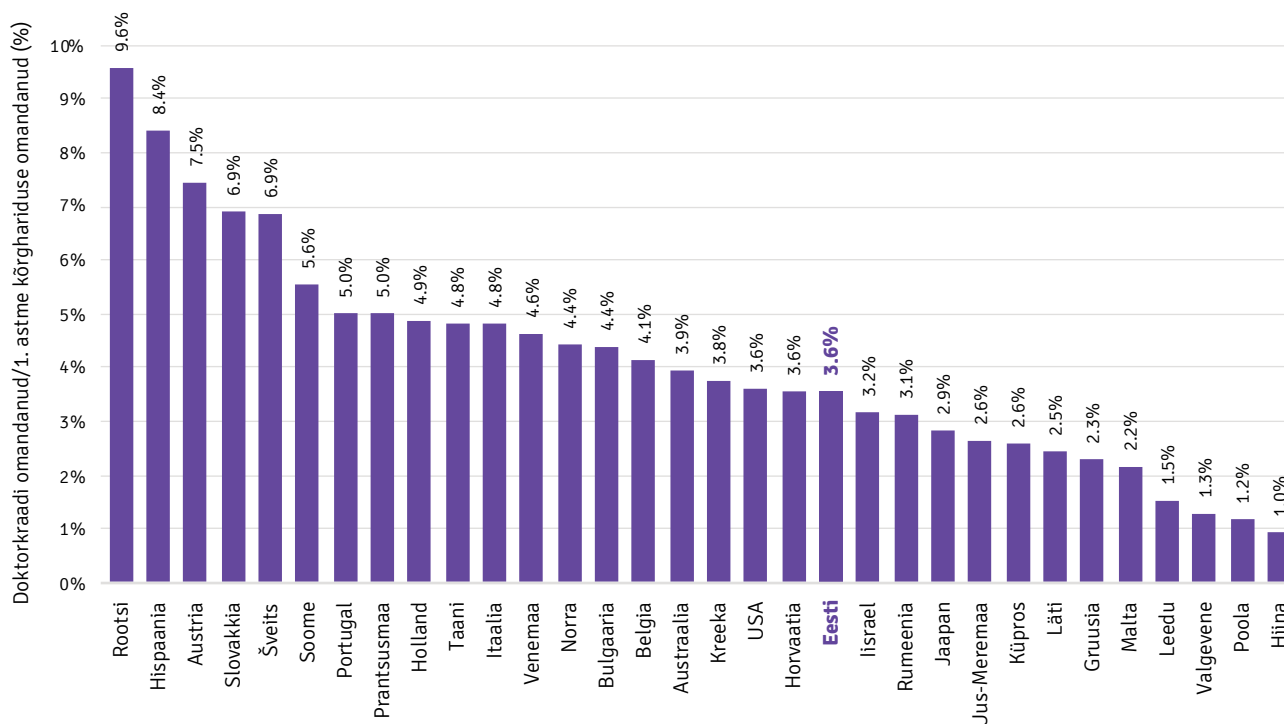
<sup>62</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (27.04.2019).

<sup>63</sup> Oras K. (2014). Tööle värbamisel arvesse võetavad kriteeriumid tööandjate ja vilistlaste pilgu läbi. – Tööturu väljakutsed kõrgharidusele (toim. M. Unt, K. Täht), lk. 150–167, Vali Press OÜ.

<sup>64</sup> Unt M., Saar E., Helemäe J., Täht K. (2014). Kõrghariduse väärtuse langus või sise-mise kirjuse tõus? – Tööturu väljakutsed kõrgharidusele (toim. M. Unt, K. Täht), lk. 79–98, Vali Press OÜ.

<sup>65</sup> Niinemets Ü. (2013). Vastukaja: igast doktorist ei pea saama teadlast. – Sirp 20. oktoober.



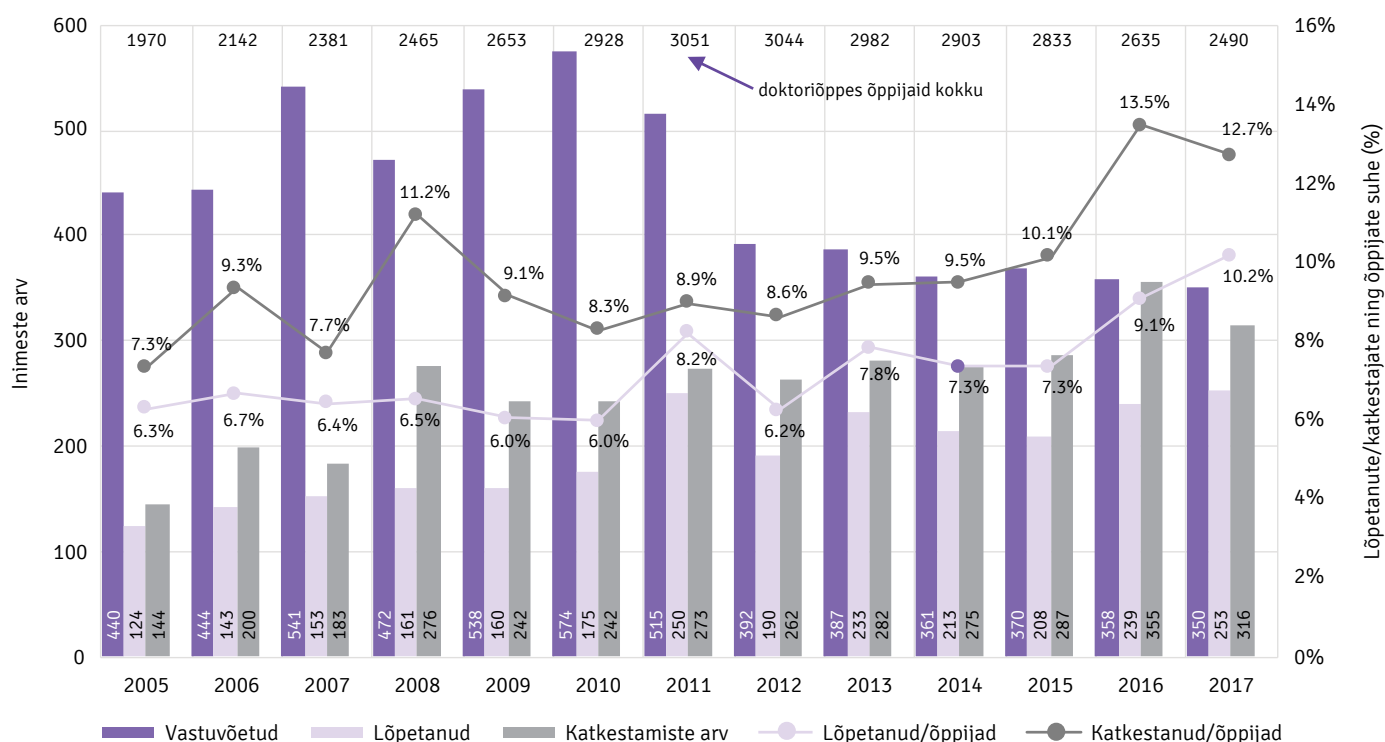


**Joonis 2.4.** Doktoritõppe läbinute arv esimese astme kõrghariduse omandanute suhtes 2016. aastal eri riikides

Allikas: UNESCO,<sup>66</sup> ETAgi arvutused.

Vaadates ajalisi trende doktoritõppesse vastuvõetute, lõpetanute ja katkestanute vahel aastail 2005–2017 (joonis 2.5) tuleb esile mitu olulist momenti. Esiteks, aastal 2012 vähenes järsult doktoritõppesse vastuvõetute hulk seoses uute regulatsioonidega riigieelarveväliste doktorantide vastuvõtul (ülikool pidi garanteerima stipendiumi samamoodi nagu riigieelarvelisele

doktorandile). Teiseks on katkestanute osakaal väga suur ja on vaadeldaval perioodil igal aastal alati ületanud lõpetanute osakaalu. Kolmandaks, korraga igal kalendriaastal õppivate doktorantide hulk aastail 2005–2017 (1970–3051 inimest) ületab jooksval aastal vastuvõetud doktorantide hulka 4.4–8 korda (joonis 2.5).



**Joonis 2.5.** Doktoritõppesse vastuvõetute, lõpetanute, katkestanute ja doktoritõppes õppijate arvud aastatel 2005–2017 (lõpetanute korral näitab aasta õppeaasta lõpuaastat, ülejäänud juhtudel õppeaasta algusaastat)

Allikas: Statistikaamet.<sup>67</sup>

<sup>66</sup> UNESCO. UIS.Stat. <http://data.uis.unesco.org/> (01.10.2018).

<sup>67</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (10.05.2018).

Korraga õppijate suur hulk omakorda tähendab seda, et doktoriõppe läbimise aeg on pikk, keskmiselt üle viie aasta õppeaastail 2005–2011 vastuvõetud doktorantide hulgas, kes lõpetasid hiljemalt 10.11.2017 (tabel 2.1). Alates 2012. aastast vastuvõetud doktorantide justkui lühem õppeaeg tuleneb ilmselt sellest, et paljud sisseastunud veel õpivad ning statistikas kajastuvad vaid

kiiremad lõpetajad. Naistel on õppeaeg üldjuhul mõnevõrra pikem kui meestel seoses lapsehoolduspuhkus(t)ega (tabel 2.1). Lisaks eduka doktorantuuri pikkusele torkab silma see, et katkestanud viibisid doktorantuuris sisuliselt sama kaua kui edukalt doktorantuuri läbinud (tabel 2.1).

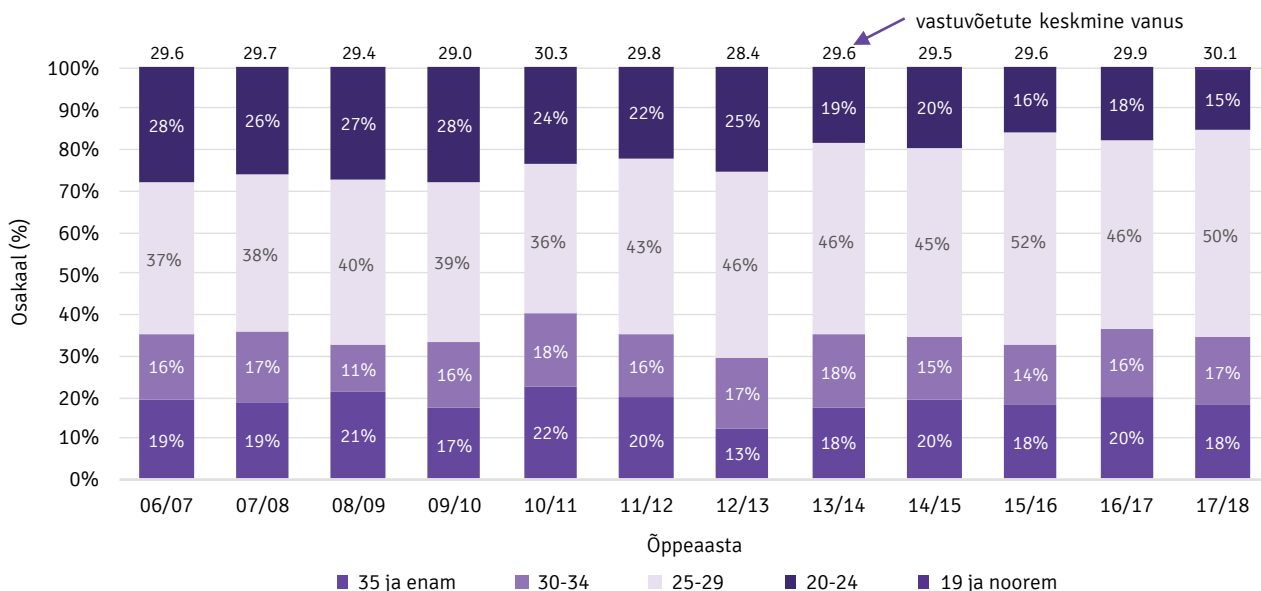
**Tabel 2.1.** Keskmine doktorantuuris õpitud aeg õppeaastatel 2005–2014<sup>68</sup>

		2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14
Kõik doktoriõppesse vastuvõetud (sisaldab nii kraadi kaitsnuid kui katkestanud)	mees	5.2	5.9	5.2	5.1	5.1	5.0	4.9	4.4	3.8
	naine	5.9	6.2	6.0	6.3	6.0	5.7	5.2	4.7	3.9
	kokku	5.5	6.1	5.7	5.7	5.6	5.4	5.0	4.6	3.9
Lõpetanud 10. novembriks 2017 (sisaldab vaid doktorikraadini jõudnud)	mees	5.3	5.2	5.1	4.9	5.1	5.1	4.7	4.0	3.8
	naine	5.8	5.9	6.0	5.5	5.2	5.3	5.0	4.4	3.4
	kokku	5.6	5.6	5.6	5.2	5.1	5.2	4.8	4.2	3.6

Allikas: EHIS.

Arvestades gümnaasiumilõpetajate vanust ja ülikooli erinevate õppeastmete pikkust võiks pideva õppe korral doktorantuuri lõpetada keskmiselt vanuses 27–28 aastat. Paraku astutakse doktorantuuri üsna hilises heas: keskmine doktorantuuri astuja vanus on püsunud 30 aasta lähedal kogu vaadeldava perioodi, 2006–2017 jooksul, v.a 2012. aastal, kui keskmine vanus oli 28.4 aastat (joonis 2.6a). Küll on doktorantuuri vastuvõetute

hulgas märgatavalt vähenenud vanuseklassi 20–24 osakaal (2006. aastal 28% ja 2017. aastal 15%) ja suurenenud vanuseklassi 25–29 osakaal (2006. aastal 37% ja 2017. aastal 50%, joonis 2.6a). Arvestades doktoriõppe läbimise pikka aega, on ka lõpetanute keskmine vanus suhteliselt kõrge: õppeaastail 2006–2017 lõpetanutest oli 30 ja vanemate osakaal 73–86%, sh 35 ja vanemate osakaal 37–46% (joonis 2.6b).



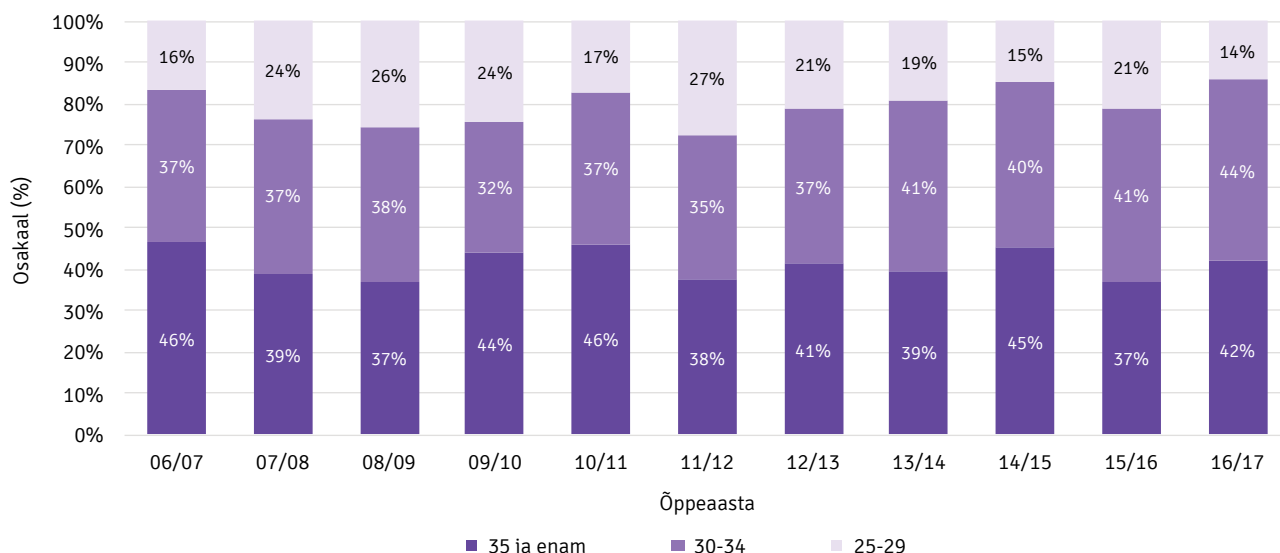
**Joonis 2.6a.** Doktoritõppesse vastuvõetute jagunemine vanusegruppidesse õppeaastatel 2006/07–2017/18<sup>69</sup>

Allikas: EHIS, Haridussilm,<sup>70</sup> ETAg arvutused.

<sup>68</sup> Vastuvõetutena on käsitletud selliseid üliõpilasi, kes õppisid 1. kursusel/õppimise aastal kõrghariduse õppekavadel 10. novembri seisuga ning olid vastaval aastal õppima asunud perioodil 1. juulist kuni 10. novembrini. TULE programmi raames rahastatud õppekohtadel ja ESFi tagasipöördunud doktorandina õppijaid ei loeta vastuvõetute alla. Õpitud aeg aastates: lõpetamise/katkestamise kuupäev või 10.11.2017 (neil, kes siis veel õppisid) miinus õppima asumise kuupäev või reorganiseeritud asutusse asumise kuupäev. Akadeemilisel puhkusel olnud päevi ei lahutata. Kõigi doktoriõppesse vastuvõetute hulka on arvatud nii kraadi kaitsnud kui katkestanud. 10.11.2017 lõpetanute hulgas vaadeldakse ainult neid, kes olid seisuga 10.11.2017 kaitsnud doktorikraadi. [www.ehis.ee](http://www.ehis.ee)

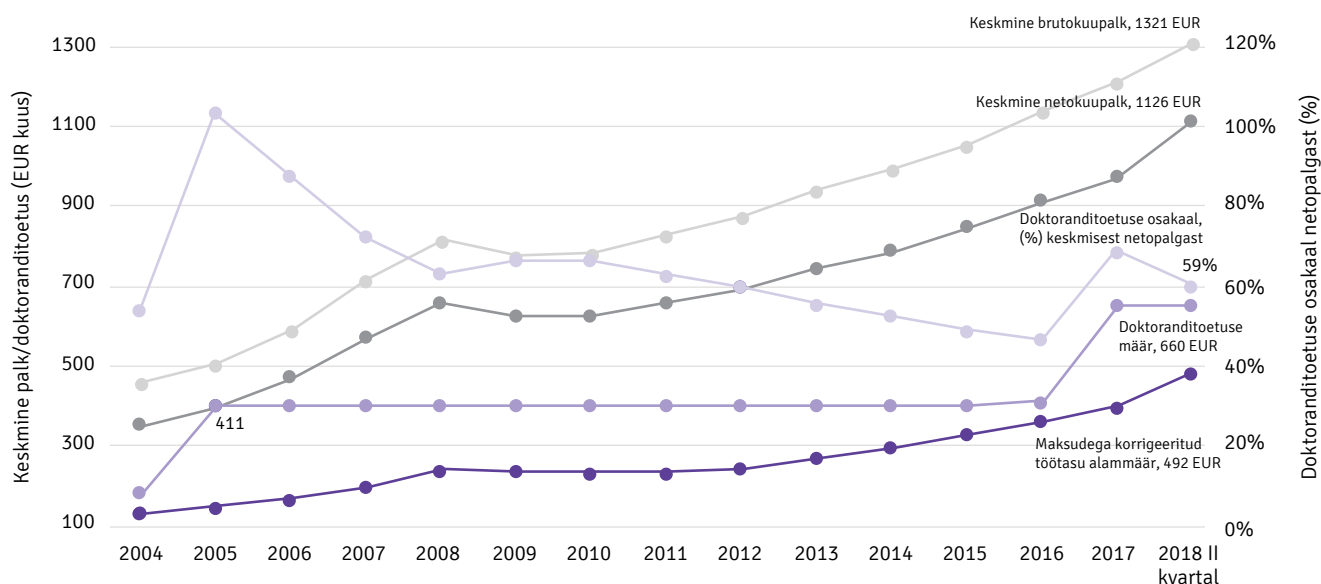
<sup>69</sup> Vastuvõetutena on käsitletud selliseid üliõpilasi, kes õppisid 1. kursusel õppima asumise aastal kõrghariduse õppekavadel 10. novembril seisuga ning olid vastaval aastal õppima asunud perioodil 1. juulist 10. novembrini. TULE programmi raames rahastatud õppekohtadel ja ESFi tagasipöördunud doktorandina õppijaid ei loeta vastuvõetute alla.

<sup>70</sup> Haridussilm. [www.haridussilm.ee](http://www.haridussilm.ee) (17.09.2018).



**Joonis 2.6b.** Doktorioõppe lõpetanute jagunemine vanusegruppidesse õppeaastatel 2006/07–2016/17<sup>71</sup>

Allikas: EHIS, Haridussilm,<sup>72</sup> ETAg arvutused.



**Joonis 2.7.** Eesti keskmise palga<sup>73</sup> dünaamika võrreldes doktoranditoetusega perioodil 2004–2018 (II kvartal)

Allikas: Statistikaamet,<sup>74</sup> ETAg arvutused.

Doktorantuuri venimise ning kasina lõpetamisedukuse ühe peamise põhjusena on nähtud doktorantide madalat sissetulekut ja sotsiaalset positsiooni. Tõepoolest kahanes maksuvaba doktoranditoetuse määr keskmise netopalga suhtes 100%-lt 2005. aastal 46%-ni 2016. aastal ning oli pärast doktoranditoetuse tõstmist 2017. aastal 67% keskmisest palgast (joonis 2.7). Isegi pärast viimast tõstmist on toetust loomulikult liiga vähe, et täiskoormusega doktoritööle pühenduda. Paradoksaalselt ei korreleeru doktoranditoetuse osakaal netopalgast perioodil 2006–2016 ei alla ega üle kolmekümneaastaste doktorioõppe

lõpetanute osakaaluga.<sup>75</sup> Seega ei näi doktoranditoetuse osakaalu suurus netopalga suhtes otseselt mõjutavat doktorioõppe lõpetanute vanust vaadeldud perioodi jooksul. Iseenesest ei ole see üllatav, sest eeldatavalt peakski doktoranditoetuse suuruse mõju avalduma pikema perioodi jooksul ja teatud ajalise nihkega. Samas makstakse doktoranditoetust ka ainult nelja esimese õppeaasta eest, kuid doktorioõppe kestab praktikas pea kaks korda kauem (tabel 2.1). Siit järeldeb, et doktoranditoetus üksi ei taga enamikule doktorantidest põhississetulekut doktorioõpinguteks. Doktoranditoetuse suurus ei näita ka absoluutselt seda, millised on materiaalsed

<sup>71</sup> Lõpetanute hulgas vaadatakse ainult neid, kes kaitsesid doktorikraadi.

<sup>72</sup> Haridussilm. [www.haridussilm.ee](http://www.haridussilm.ee) (17.09.2018).

<sup>73</sup> Maksudega korrigeeritud töötasu alammäär leidmisel arvestati kõikide mahaarvamistega v.a. kogumispensioni II sambaga.

<sup>74</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (18.09.2018).

<sup>75</sup> Korrelatsioonikordajad vastavalt  $r = 0.26$ ,  $P = 0.44$  ja  $r = -0.24$ ,  $P = 0.48$  lineaarse korrelatsiooni jaoks.



sed võimalused doktoritöö tegemiseks. Eksperimentaalsetes teadustes kulub doktorandi teadustööle 50 000–100 000 eurot aastas ning vaikimisi eeldatakse, et summa kaetakse uurimisrühmade omavahenditest, mille siis doktorandi „odav“ tööjõud tagasi teenib. Uurimisrühmades, kus puuduvad teadustööks vahendid, on paratamatu, et doktoritöö jääb venima või osutub üldse võimatuks.

Doktorantide sissetuleku küsimus on väga oluline, kuid kas ka ainuke probleem? Leian, et üks suuremaid kitsaskohti on hiline doktoritõppesse sisenemine, mis toob vältimatult kaasa hilise väljumise. Piltlikult öeldes, kui kahekümnendate eluaastate lõpu asemel väljuvad inimesed doktorantuurist kolme- või neljakümnendate lõpus, siis kaotame sisuliselt terve põlvkonna teadlasi. Teiseks viibivad doktorantuuris katkestajad sama kaua kui lõpetajad. Praktikuna tean, et taoline olukord on omane doktoritõppe süsteemidele, kus doktoranti käsitletakse eelkõige kui üliõpilast ning kus seetõttu õpetatav komponent doktoritõppes – eelkõige loengud, kursused jne. – on suur. See võimaldab doktorandil agarasti punkte koguda ja nimekirjas püsida, kuid doktorantuur jääb lõpetamata, kui puudub doktoritöö. Mitmetes riikides käsitletakse doktoranti kui noort teadlast, kelle peamine ülesanne ülikoolis on teadustöö. Ka Eestis hakkame jõudma arusaamale, et doktoritõppes olemist tuleks käsitleda tööna ja doktorant peaks saama palka, mitte toetust, analoogselt meditsiiniõppes arst-residentide olukorras selguse loomisega kümme aastat tagasi. Kolmas moment, mida selle statistilise andmestiku valguses käsitleda ei saa, aga mis on samavõrra oluline, on juhendajate pädevus. Mitmetes riikides, näiteks Saksamaal, Hollandis, Soomes, on juhendaja üldjuhul vaid professor. See ei tähenda, et ei võiks olla kaasjuhendajaid, kuid vastutus on professoril. Professor on püsiva ametikohaga väljapaistev karjääriredeli tipus olev teadustöötaja, samas kui karjääriredelil veel edenevad teadustöötajad tulevad ja lähevad sõltuvalt finantsidest ja võimalustest karjääriredelil edeneda. Sisuliselt ainuke kriteerium Eestis doktoritöö juhendajale on doktorikraadi olemasolu, kuid nii hajub vastutus ja sama kaaluga juhendajana käsitletakse nii tippteadlast kui teadlast, kes ise läbi häda doktorikraadini jõudis. Teisalt on doktorandi motiveerimiseks oluline ka juhendaja isiklik karisma, entusiasm ja tahtmine panustada noore inimese arengusse,<sup>76</sup> samuti akadeemilise partnerluse, mitte sõltuvussuhte tekkimine. Lisaks formaalsele akadeemilisele edenemisele tuleks doktorantide atesteerimisel analüüsida ka juhendamisel esilevaid probleeme, kuni juhendaja ja teadusteema vahetamiseni välja (analoogselt näiteks Soome süsteemiga). Juhendaja rolli doktoritõppe edukuses on senini selgelt alahinnatud ning otsustamiseks vajalikku statistilist andmestikku on ebapiisavalt. Kindlasti on see üks teema, millega oleks tulevikus vaja analüütiliselt tegeleda.

## **Teadlased avalikus ja erasektoris: palju neid on ja milline on ajaline dünaamika?**

Kõigi teadlaste (täistöökohtade) arv sõltuvuses riigi SKP-st (joonis 2.8a), teadlaste (täistöökohtade) arv erasektoris sõltuvuses erasektori panusest (joonis 2.8b) ning teadlaste arv avalikus sektoris sõltuvalt avaliku sektori panusest peegeldavad analoogseid trende võrreldes doktorite osakaaluga tööealisest elanikkonnast (joonis 2.1). Nii nagu doktoritegi puhul, on kõigi teadlaste (joonis 2.8a) ja erasektori teadlaste (joonis 2.8b) osas Eesti positsioon riikide võrdluses tagasihoidlik ja oleme mõlemas võrdluses üsna täpselt statistilise seose joone peal (joonis 2.8a,b). Sarnaselt doktoritega kasvab teadlaste arv erasektoris eproportsionaalset kiiresti erasektori suhteliselt suurema panustamisega teadus- ja arendustegevusse (joonis 2.8d), mis jällegi rõhutab seda, et on vajalik teatud minimaalne riigi teadus- ja arendustegevuse baas, kust alates erasektori panustamine hakkab vilja kandma.

Kõik teadlased ei ole doktorid ja kõik doktorid pole teadlased ning see erinevus on eriti oluline erasektori puhul, kus doktoreid töötab kõrgema erasektori teadus- ja arendustegevuse panusega riikides ligi kaks korda rohkem (vrd. joonis 2.1 ja joonis 2.8). See tähendab, et edukas ettevõtlus oskab väärtustada doktorikraadiga inimesi ja ühtlasi näib osutavat sellele, et teatud kriitiline doktorite (mitte tingimata teadlaste) arv ettevõtluses, on vajalik katalüsaator uuendusliku teadusmahuka ettevõtluse käivitamiseks.<sup>77</sup> Meie lähinaabri Soome teaduse analüüs näitab, et teadusinvesteeringute mõju ettevõtlusele ja ühiskonnale on väga mitmetahuline ning seisneb nii otse- ses panuses ettevõtlusse, näiteks läbi infoedastamise ja uute toodete disainimise, aga ka ühiskonda, näiteks läbi debattide algatamise, otsustusvõime kasvu ja lahenduste pakkumise.<sup>78</sup>

Vaadates Eesti teadlaste suhtarvu (normeerituna kõigi elanike arvuga) ajalist dünaamikat aastail 1998–2017 torkab silma, et aeglane kasv toimus kuni aastani 2012. Sellele järgnes stagnatsioon ja isegi teatud kahanemine (joonis 2.9), mis on käinud käsikäes Eesti teadus- ja arendustegevuse investeeringute stagneerumisega.<sup>79</sup> Detailsem Eesti ülikoolides töötavate teadlaste ja õppejõudude arvu ajalise dünaamika analüüs aastatel 2014–2017 näitab, et kahanemine on toimunud nelja aastaga kõigi ametikohtade lõikes kohati üsna dramaatiliselt, keskmiselt ligi 20% teadurite, vanemteadurite ja juhtivateadurite hulgas. Ainsana on suurenenud nooremteadurite arv (tabel 2.2). Kuna nooremteadurid saavad teadus- ja arendustegevuse korralduse seaduse (TAKS) kohaselt olla ainult doktorandid, on see iseenesest tervitatav muutus ja näitab, et doktorante on üha enam hakatud pidama noorteks teadlasteks, mitte tudengiteks.

<sup>76</sup> Kindsiko E., Vadi M., Täks V., Loite K., Kurri K. (2017). Eesti doktorite karjääritee ja seda mõjutavad tegurid. Tartu: Tartu Ülikool. [https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/02/Eesti\\_doktorite\\_karj%C3%A4%C3%A4ritee\\_ja\\_seda\\_m%C3%B5jutavad\\_tegurid.pdf](https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/02/Eesti_doktorite_karj%C3%A4%C3%A4ritee_ja_seda_m%C3%B5jutavad_tegurid.pdf) (06.12.2018).

<sup>77</sup> Varblane U., Ukrainski K. (2016). Teadus- ja arendustegevus ja tootlikkus rahvusvahelises võrdluses. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 33–43, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>78</sup> Academy of Finland. (2017). The state of scientific research in Finland 2016. Special theme: broader impact of research in society (eds. Huutoniemi K., Törnroos J., Mäkki A.), Academy of Finland, Helsinki. [http://www.aka.fi/globalassets/30tiedepoliittinen-toiminta/tieteentila/aka\\_tieteen\\_tila\\_2016\\_eng\\_150317.pdf](http://www.aka.fi/globalassets/30tiedepoliittinen-toiminta/tieteentila/aka_tieteen_tila_2016_eng_150317.pdf) (06.12.2018).

<sup>79</sup> Vaata käesoleva kogumiku 1. peatükk (A. Koppel).

Mis puutub teadlaste arvu kasvu aastatel 1998–2012, siis tollane kasv oli seotud eelkõige erasektori teadlaste arvu suurenemisega. Maksimumväärtus 1.19 teadlast erasektoris 1000 elaniku kohta saavutati 2011. aastal (joonis 2.9). Kuigi kasv erasektori teadlaste hulgas aastail 1998–2011 on statistiliselt oluline, on Eesti teadlaste arvu juurdekasv erasektoris olnud marginaalne võrreldes sellega, kuhu oleks vaja jõuda, et püüda kinni edukad teadusriigid (joonis 2.8b). Jääb üle ainult nõustuda järeldusega, et hetkel ei jõua Eesti teadlased endiselt olulisel määral erasektoris. <sup>80,81</sup> Selle peamised põhjused on Eesti eraettevõtluse vähene valmisolek palgata kõrgeima haridustasemega spetsialiste ja valdavalt liiga lihtsustatud arusaam tippkompetentsi rollist ettevõtlussektoris. On sügavalt ekslik arvata, et kõrge lisandväärtusega majanduse arenguks on vaja ainult rohkem teadust ja teadlasi erasektoris. Suurepärase teaduse kõrvale on selleks vaja ka „ekstsellentset“ ettevõtlust, mis on valmis kõrgelt haritud spetsialiste palkama. <sup>82</sup> Teiselt poolt ei aja ka avalikus sektoris töötavate teadlaste katel praegu üle ääre (joonis 2.9 ja tabel 2.2). Kuna teadlaseks õpe ja küpsemine on pikaajalised protsessid ning teadlaste arvukus on stagneerumas, siis samaviisi jätkates ei ole lootust, et erasektoris tõuseks teadlaste arv lähitulevikus arenenud teadusriikide tasemeni (4–5-kordne suurenemine), isegi kui kogu avaliku sektori teadlaskond siseneks erasektoris.

**Tabel 2.2.** Täidetud ametikohtade (täistöökohtade) muutused kuues Eesti avalik-õiguslikus ülikoolis aastatel 2014–2017

	2014	2015	2016	2017	Täistöökohtade arvu muutus 2014–2017 (%)
Professor	441	427	416	406	-8%
Dotsent	481	486	481	469	-3%
Lektor	859	841	813	736	-14%
Assistent	215	183	190	194	-10%
Õpetaja	64	62	61	68	6%
Juhtivateadur	41	35	34	30	-28%
Vanemteadur	539	506	460	454	-16%
Teadur	651	545	511	535	-18%
Nooremteadur	188	167	197	222	18%
Muud akad. töötajad				88	
<b>Kokku</b>	<b>3479</b>	<b>3252</b>	<b>3164</b>	<b>3201</b>	<b>-8%</b>

Allikas: Rektorite Nõukogu, <sup>83</sup> ETAg arvutused.

## Eesti teadlaskonna vanusepüramiid, karjääriredel, palgadünaamika ning soolõhe

Doktoriõppe madala efektiivsuse ühe põhjusena on nimetatud üleüldist ebakindlust akadeemilisel karjääriredelil nii avalikus sektoris kui eraettevõtluses ning suurt läbipõlemisohu. <sup>84</sup> Ebakindlus akadeemilises karjääris tuleneb kõigepealt sellest, et akadeemilisele tööturule on raske siseneda ja seal edeneda, kuna vakantside avanemine on läbipaistmatu ning puuduvad selged kriteeriumid edutamiseks. Analüüsides Eesti sihtfinantseeritavate teadusteemade juhtide vanuselist dünaamikat aastail 1998–2013 selgus, et noorte sisenemine teadusmaastikule on hüplik ja sõltub finantseerimisperioodidest. Samuti on rohkem kui 65-aastaste juhtivate teadlaste osakaal teaduse sihtfinantseerimise ajajärgul pidevalt kasvanud. <sup>85</sup> Vaadeldes ajalisi trende kõigi Eesti avaliku sektori teadlaste vanuses ilmnevad sarnased tendentsid. Noorte teadlaste, vähem kui 25 ja vähem kui 34 aasta vanuste, vanusegruppide osakaalud on ajavahemikul 2004–2016 järjekindlalt vähenenud. Samal ajavahemikul on kasvanud üle 65-aastaste teadlaste vanusegrupp. Erand oli 2016. aasta, mil rohkem kui 65-aastaste teadlaste arv vähenes absoluutarvudes 127 inimese võrra 602-lt 2015. aastal 475-ni 2016. aastal ja kahanes ka eakate teadlaste osakaal teadlaskonnas (joonis 2.10). Arvatavalt on selle järsu muutuse põhjus struktuurifondide raha puudumine 2016. aastal, samuti võimalikud segadused Tallinna Tehnikaülikooli statistikaga. <sup>86</sup> Aeg näitab, kas tegemist on trendi või erandjuhtumiga, kuid vakantside puudus ja noorte raskendatud sisenemine teadusmaastikule on Eesti teaduse üks suuremaid probleeme.

Teine vakantsidega seotud probleem on ebaselgus karjääriredelil edendamise osas. Edukamates teadusriikides on kehtestatud läbipaistev saavutustel põhinev teadlase karjäärimudel, mis on noorele alustavale teadlasele teekaardiks teadlaseelu planeerimisel. Väljaspool teadussüsteemi olevatel inimestel on seda raske mõista, kuid ilma tulevikukindlusest ei ole võimalik teha tippteadust ja samal ajal üritada täita teisi ühiskonna arvukaid ja pidevalt lisanduvaid nõudmisi: eriala populariseerimine, ettevõtjatega koostamine, erinevate projektide aruandlused, osalemine asutuste hindamisprotsessides, mitmesuguste eksperthinnangute andmine jne. Tenuurisüsteemiga riikides, Anglo-Ameerikas ja juba enamikes Põhjamaades (Norra, Rootsi, Taani; Soomes on tenuur ettevalmistamisel) kandideeritakse ametikohale vaid üks kord ja kui esimene atesteerimisperiood läbitakse edukalt, saadakse püsiv ametikoht (tenuur). Kord tenuuri saanuna on ametikohal edutamiseks kehtestatud kindlad saavutustepõhised reeglid. Eestis paraku sisuliselt puudub

<sup>80</sup> Tammaru, T. (2016). Doktorikraad ja teadustöötajad tööturul: Eesti Euroopa riikide võrdlusepeeglis. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 19–24, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>81</sup> Varblane U., Ukrainski K. (2016). Teadus- ja arendustegevus ja tootlikkus rahvusvahelises võrdluses. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 33–43, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

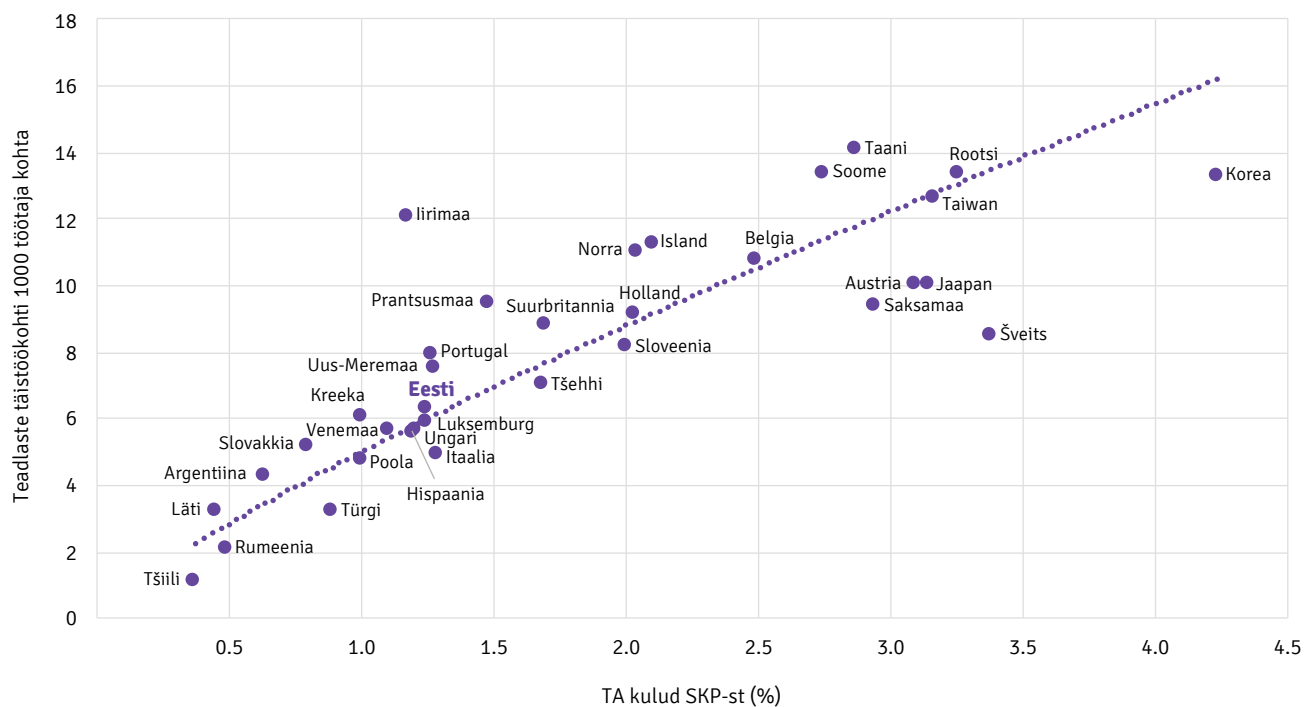
<sup>82</sup> Niinemets Ü. (2018). Mis maksab teadus ja teadlase arvamus ja kas me saame selle kohe rahaks vahetada? – Teadusmõte Eestis (IX). Teadus ja ühiskond (toim. J. Engelbrecht), Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn.

<sup>83</sup> Ülikoolide personaliandmed. Rektorite Nõukogu. <http://www.ern.ee/et/leht/ueli-koolide-personaliandmed> (20.09.2018).

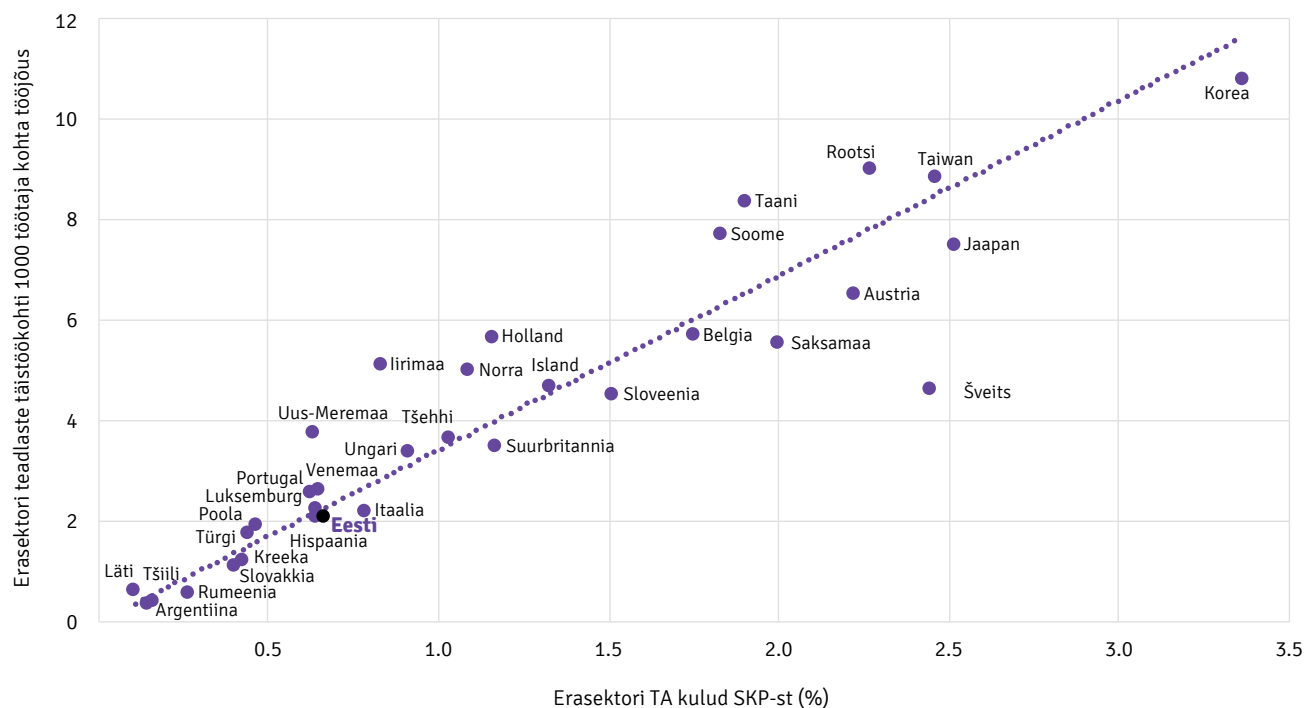
<sup>84</sup> Kindsiko E., Vadi M., Täks V., Loite K., Kurri K. (2017). Eesti doktorite karjääriritee ja seda mõjutavad tegurid. Tartu: Tartu Ülikool. [https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/02/Eesti\\_doktorite\\_karj%C3%A4%C3%A4ritee\\_ja\\_seda\\_m%C3%B5jutavad\\_tegurid.pdf](https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/02/Eesti_doktorite_karj%C3%A4%C3%A4ritee_ja_seda_m%C3%B5jutavad_tegurid.pdf) (06.12.2018).

<sup>85</sup> Niinemets Ü. (2013). Eesti sihtfinantseeritavate teadusteemade juhid 1998–2013: noorenemine, vananemine ja äraspidi vanuseline diskrimineerimine. – Teadusmõte Eestis (VIII). Teaduskultuur (toim. J. Engelbrecht, H.-L. Help, S. Jakobson, G. Varlamova), lk. 83–98, Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn.

<sup>86</sup> Selgitus Tiina Pärsonilt (juhtivanalüütik, Statistikaamet).

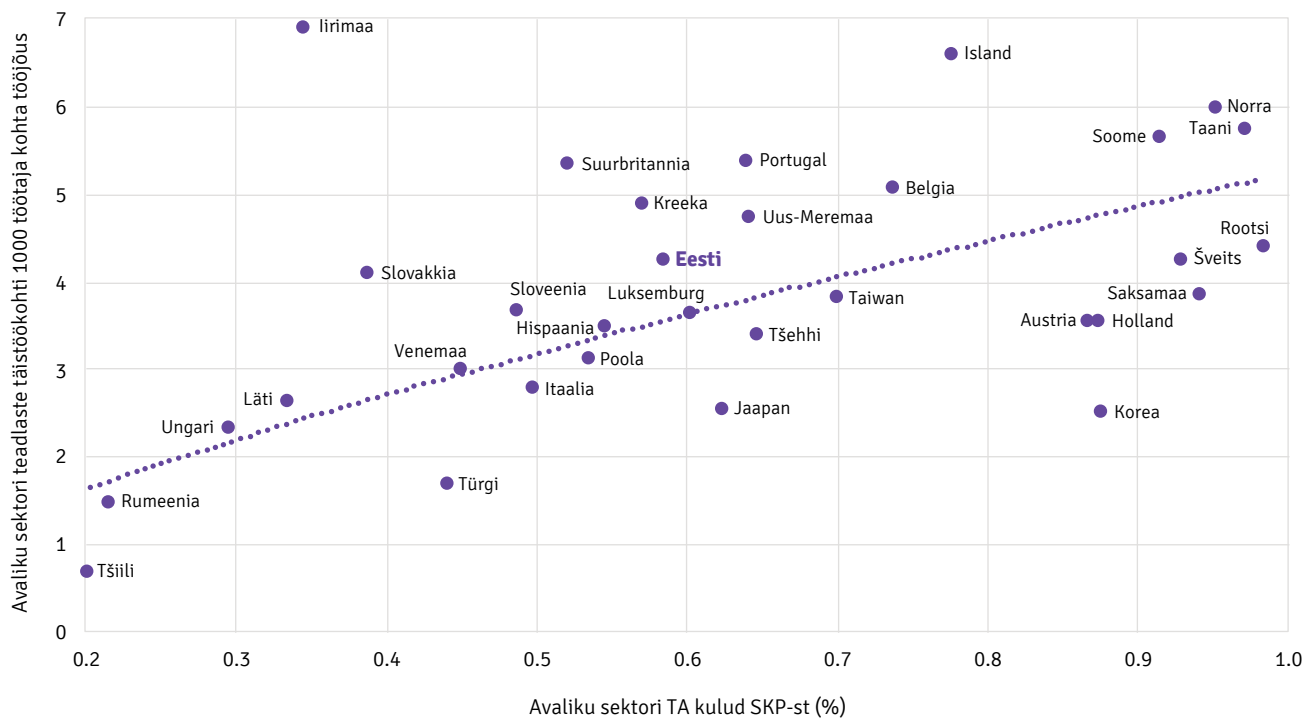


Joonis 2.8a.

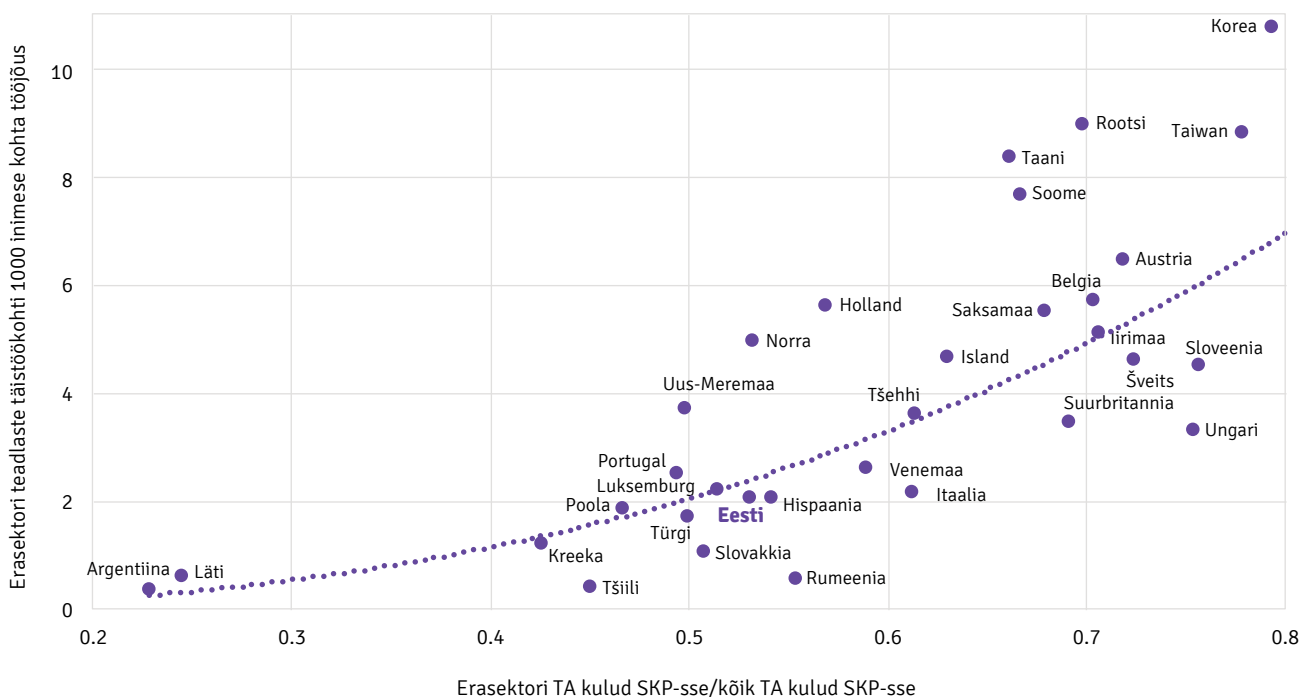


Joonis 2.8b.





Joonis 2.8c.



Joonis 2.8d.

**Joonis 2.8.** Teadustöötajate (täistööaja ekvivalentides) arv 1000 töötaja kohta sõltuvuses investeringutest teadus- ja arendustegevusse kõigi teadustöötajate ja kogu riigi teadusinvesteeringu puhul (a), erasektori puhul (b), avaliku sektori puhul (c) ning erasektori teadustöötajate suhtarv sõltuvuses erasektori suhtelisest panusest kogu riigi teadusinvesteeringutesse (d) 2016. aastal (või viimasel olemasoleval aastal)<sup>87</sup>

Allikas: OECD,<sup>88</sup> ETAg ja autori arvutused.

<sup>87</sup> Joonistel 2.8a, 2.8b, 2.8c ja 2.8d on andmed lähendatud funktsiooniga  $y = ax^b$  (determinatsioonikordajad siin vastavalt  $r^2=0.78$ ,  $r^2=0.91$ ,  $r^2=0.41$  ja  $r^2=0.66$ ).

<sup>88</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (09.05.2018).

töökohakindlus. Enamik teadlaste ja õppejõudude ametikoh-  
tadest on küll justkui tähtajatud, kuid olenevalt staažist ulatub  
vallandamiskaitse maksimaalselt mõne kuuni. Kuuajaline ette-  
teatamistähtaeg töölepingu lõpetamiseks koondamise tõttu  
võib olla kohane suure tööjõu voolavusega ametikohtadel, mille  
jaoks sobilikke töötajaid on palju, näiteks abitööjõud ehitusel.  
See on aga lubamatu tööjõu ressursiga ümberkäimine teaduse  
puhul, arvestades kas või ainuüksi seda, et doktorikraadiga  
teadlane on ligi kümme aastat haridust omandanud. Tiptead-  
lase jaoks sobilikke vakantse on maailmas üksikuid ning need  
täidetakse konkurssidega, mis toimuvad üldjuhul 12–36 kuud  
enne töökoha tegelikku vabanemist.

Nendest probleemidest johtuvalt on pakutud välja teaduste-  
nuuri sisseseadmist Eesti ülikoolides ja teadusasutustes;<sup>89,90,91</sup>  
vastav uuring korraldati RITA teaduspoliitika seire raames  
2018. aastal.<sup>92,93</sup> Kõige kaugemale on tenuurimudeli sisseviimi-  
sel senini jõudnud Tallinna Tehnikaülikool,<sup>94</sup> kuid olemasolevad  
seadused ei võimalda selle rakendamist klassikalisel kujul.  
Hetkel on käimas teadus- ja arendustegevuse korralduse sea-  
duse ja ülikooliseaduse muutmine, kuid kahjuks mitte piisavalt  
ambitsioonikalt, kuna töökohakindluse probleem jääb praeguste  
arengute valguses endiselt lahendamata.

Ülikoolide teadlaste ja õppejõudude arvu vähenemise kon-  
tekstis (tabel 2.2) on teadustöötajate keskmine palk võrreldes  
2015. aastaga<sup>95</sup> kasvanud 2017. aastaks ligikaudu 14% (tabel  
2.3). Ühelt poolt on see seotud mitmetes ülikoolides toimunud  
struktuurireformidega (tenuurimudeli sisseseadmine Tallinna  
Tehnikaülikoolis aastail 2016–2017 ja õppetoolide süsteemi  
käivitamine Eesti Maaülikoolis aastal 2017). Samuti on lisan-  
dunud struktuurifondide uue perioodi käivitamisega keskmisest  
kõrgema palgaga järeldoktorite ja tipteadlaste ametikohti.  
Teiselt poolt töötab ülikoolides suur osa inimesi osakoormusega  
(2017. aastal 23%)<sup>96</sup> ja mitmete inimesteni ei ole palgatõus  
tingimata jõudnud. Arvestades, et avalik-õiguslike ülikoolide  
sissetulek pärineb suuresti avalikust sektorist, on üllatav, et  
ülikoolide samade akadeemiliste ametikohtade vahel on suured  
palgaerinevused. Näiteks professorite keskmise palga stan-

dardhälve kuue ülikooli kohta on 690 eurot 31.12.2017 seisuga  
ja eriti väärrib äramärkimist Tallinna Tehnikaülikooli fenomen,  
kus peaaegu kõigil ametikohtadel on keskmine palk kõrgem kui  
teistes ülikoolides (tabel 2.3).

Soolõhe ametikohtade lõikes peegeldub naiste madalamas  
osakaalus juhtivatel akadeemilistel positsioonidel (27% profes-  
soreid ja 16% juhtivateid, tabel 2.3). Iseenesest näitavad  
arvud soolõhe vähenemist võrreldes eelnevate analüüsidesiga,<sup>97</sup>  
Euroopa Liidu riikide (23.5% juhtivatel akadeemilistel kohtadel  
naised) seas on Eesti positsioon keskpärane. Samas peegeldab  
naiste madalat esindatust kõrgematel akadeemilistel ametikoh-  
tadel ka naiste alaesindatus akadeemilistel konkurssidel, eriti  
professorite valimisel.<sup>98,99</sup> Akadeemiline tenuur, mille raames  
töötajaid valitakse tenuuriraja esimestele astmetele, on üks  
võimalik viis soolõhe vähendamiseks. Nii ongi viimasel ajal  
levimas trend, et naiskandidaatidel on samaväärse kvalifi-  
katsiooniga meeskandidaatide ees eelis.<sup>100</sup> Samas on teatud  
soolõhe juba doktorantuuris, kuna naistel võtab doktoriõppe  
läbimine keskmiselt enam aega (tabel 2.1) ning seda tuleks  
tulevikus arvestada tenuurirajale kandideerimisel.

Soolõhe akadeemilises karjääris väljendub ka teatud määral  
palgalõhes, mis varieerub piirides 20% (EMÜ professorid) kuni  
-20% (EMÜ assistendid,<sup>101</sup> negatiivne palgalõhe tähendab seda,  
et naised teenivad samal ametikohal rohkem kui mehed), jäädes  
üldjuhul vahemikku  $\pm 10\%$ , mõnede eranditega teadurite seas.  
Võrreldes Eesti keskmise palgalõhega (2017. aastal 20.9%<sup>102</sup>)  
on sugudevaheline palgalõhe avalik-õiguslikes ülikoolides  
väiksem. Pole päris selge, mis on palgalõhe põhjused, kuna  
põhipalgad ei pruugi töökoha vabanemisel iseenesest erineda.  
Näiteks puudub palgalõhe täielikult Tartu Ülikooli professorite  
põhipalgas (tabel 2.3). Küll võib samal ametikohal palk kasvada  
töökoormuse lisandudes, näiteks uute projektide täitmise tõttu.  
Seega võib naiste palgalõhe üks põhjus olla naiste hilisem  
sisenemine akadeemilisse karjääri pikemate doktoriõpingute  
tõttu. Ülikoolide palgalõhede erinevustes eri ametikohtadel  
(näiteks positiivne palgalõhe ühes, negatiivne teise ülikoolis,  
tabel 2.3) võivad rolli mängida ka riiklikust süsteemist sõltuma-  
tud komponendid, näiteks struktuurivahendite abil välisriigist  
tööle asuva keskmisest kõrgema palgaga töötaja sugu. Sellistele  
küsimustele oleks võimalik vastata vaid detailsema analüüsiga,  
mis kasutab isikustatud andmestikku.

<sup>89</sup> Niinemets Ü. (2015). Teadlase karjäärimudel. Milleks, kellele ja kuidas? – Sirp 19. juuni.

<sup>90</sup> Niinemets Ü., Soomere T., Randma-Liiv T. (2017). Kombineerides vastandeid. – Sirp 14. juuli.

<sup>91</sup> Soomere T., Niinemets Ü., Niglas K., Pilt E., Randma-Liiv T. (2018). Teadlaskarjääri mudel kui riigi konkurentsivõime tugi. – Riigikogu Toimetised 37, 191–203.

<sup>92</sup> Soomere T., Niinemets Ü., Niglas K., Pilt E., Roosalu T., Randma-Liiv T. (2018). Jätkusuutlikud teadlaskarjääri kontseptsioonid ja mudelid Eesti kontekstis. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia. <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/04/J%3c3%a4tkusuutlikud-teadlaskarj%3c3%a4c3%a4ri-kontsept-sioonid-ja-mudelid-Eesti-kontekst.pdf> (06.12.2018).

<sup>93</sup> Soomere T., Niinemets Ü., Niglas K., Pilt E., Roosalu T., Randma-Liiv T. (2018). Jätkusuutlikud teadlaskarjääri kontseptsioonid ja mudelid Eesti kontekstis. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia. <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/04/J%3c3%a4tkusuutlikud-teadlaskarj%3c3%a4c3%a4ri-kontsept-sioonid-ja-mudelid-Eesti-kontekst.pdf> (06.12.2018).

<sup>94</sup> Aaviksoo J., Veinthal R. (2016). Tenuur kui akadeemilise vabaduse tagatis. – Sirp 23. september.

<sup>95</sup> Tammaru, T. (2016). Doktorikraad ja teadustöötajad tööturul: Eesti Euroopa riikide võrdluspärgilis. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 19–24, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>96</sup> Ülikoolide personaliandmed. Rektoreite Nõukogu. <http://www.ern.ee/et/leht/ueli-koolide-personaliandmed> (03.10.2018).

<sup>97</sup> Deliotte. (2014). Researchers' Report 2014. Country Profile: Estonia. [https://cdn5.euraxess.org/sites/default/files/policy\\_library/estonia\\_country\\_profile\\_rr2014\\_final.pdf](https://cdn5.euraxess.org/sites/default/files/policy_library/estonia_country_profile_rr2014_final.pdf) (02.10.2018).

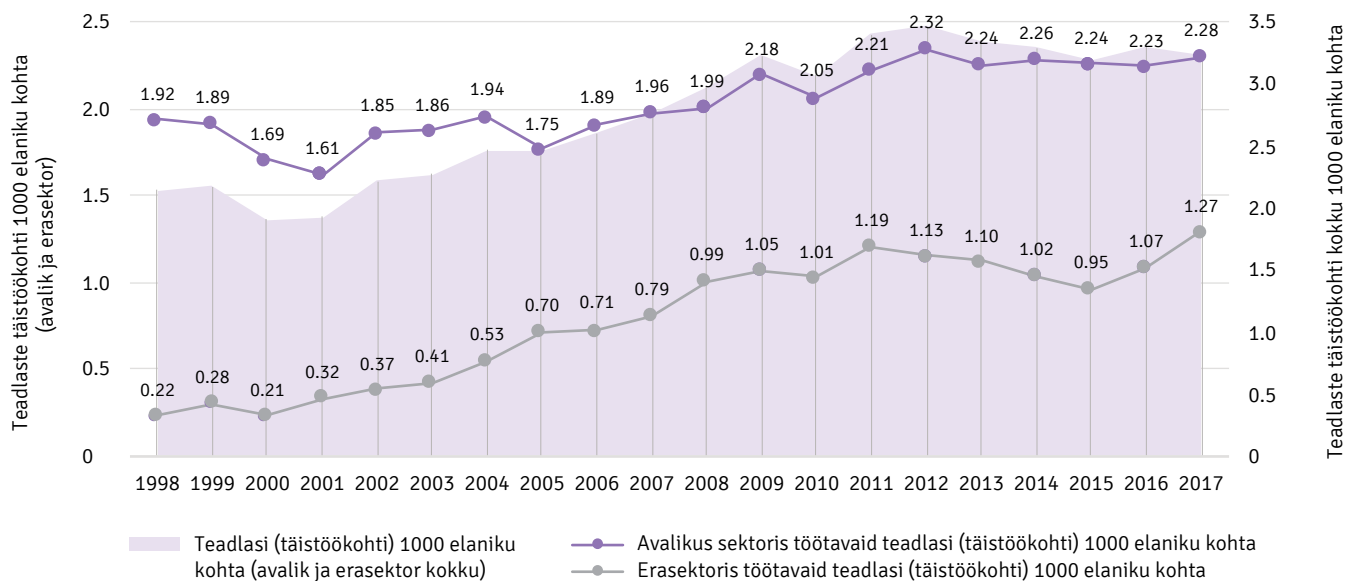
<sup>98</sup> Meyer, M., Cimpian, A., Leslie, S.-L. (2015). Women are underrepresented in fields where success is believed to require brilliance. – Front. Psychol. 6:235. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00235>

<sup>99</sup> Pautasso, M. (2015). The Italian University Habilitation and the Challenge of Increasing the Representation of Women in Academia. – Challenges 2015, 6(1), pp. 26–41. doi:10.3390/challe6010026

<sup>100</sup> Ceci, S.-J., Williams, W.-M. (2015). Women have substantial advantage in STEM faculty hiring, except when competing against more-accomplished men. – Front. Psychol. 6:1532. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01532

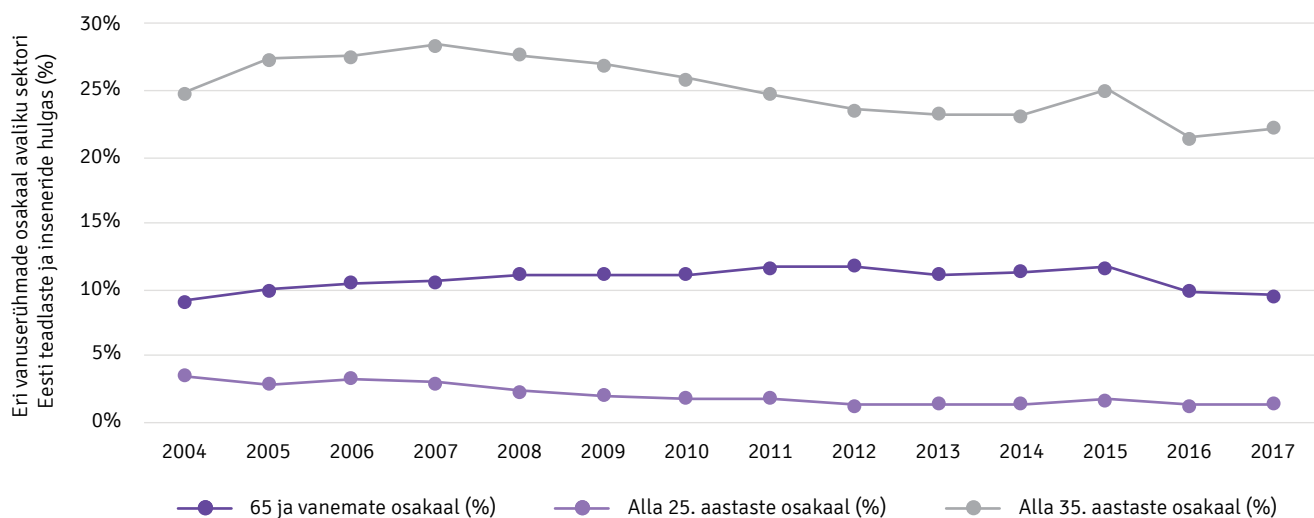
<sup>101</sup> Negatiivne palgalõhe tähendab seda, et naised teenivad samal ametikohal rohkem kui mehed.

<sup>102</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (21.09.2018).



**Joonis 2.9.** Muutused Eesti teadlaste (täistööaja ekvivalentides) koguarv ja eraldi avalikus ja erasektoris töötavate teadlaste koguarv aastail 1998–2017; teadlaste arv on normaliseeritud 1000 elaniku kohta

Allikad: Statistikaamet,<sup>103</sup> ETAg arvutused.



**Joonis 2.10.** Ajaline dünaamika 25-aastaste ja nooremate, 34-aastaste ja nooremate ning 65-aastaste ja vanemate avalikus sektoris töötavate Eesti teadlaste ja inseneride osakaalus 2004–2017

Allikas: Statistikaamet,<sup>104</sup> ETAg arvutused.

<sup>103</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (29.10.2018).

<sup>104</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (18.09.2018).





## Kokkuvõte

Nii positiivsed kui negatiivsed demograafilised protsessid teadusmaastikul toimuvad aeglaselt ning selleks, et korjata vilju teadus- ja arendustegevuse investeringute põllult, on vaja järjekindlust ning kannatust. Arvestades doktorite osakaalu tööealisest elanikkonnast oleme ligi 2–3 korda tagapool edukatest teadusriikidest nagu Rootsi, USA ja Šveits ning eriti suur on mahajäämus doktorikraadiga inimeste proportsioonis erasektoris. Kahjuks on ühiskonnas laialdaselt levinud eksiarvamus, et doktorid on vajalikud ainult teadlastena. Ühiskonna ja majanduse tasakaalustatud areng nõuab nii avalikku teenistusse kui eraettevõtlusse suuremat hulka kõige kõrgemalt haritud inimesi, kes ei ole tingimata teadlased. Suure lisandväärtusega majanduse teke on võimalik ainult vastuvõtlikkus pinnases. Teadlased üksi ei vastuta majandusarengu eest: ka ettevõtlus ise peab olema „ekstsellentne“ ja selle katalüsaatoriks saavad olla ainult kõrgelt haritud inimesed.

Kuigi ühiskonna objektiivne vajadus on olemas, on doktoriõppe senini olnud äärmiselt ebaefektiivne. Ainult väike osa doktoriõppes õppijaid, ca 10% koguõppijate hulgast, kaitseb aastas doktorikraadi ning katkestajate hulk on vaadeldud perioodil (2005–2017) alati ületanud lõpetajate arvu. Ebaefektiivsust võimendab veel asjaolu, et katkestajad õpivad doktorantuuris sisuliselt sama kaua kui lõpetajad, sest doktoriprogrammide ülesehitus võimaldab sisulist teadustööd tingimata tegemata pikka aega ainepunkte koguda. Doktorantuuri sisseastumine on nihkunud suhteliselt hilisele ajale, keskmiselt kolmekümendate eluaastate algusse, ning doktorantuuri venimisega pikalt üle nominaalse õppeaja kaotame pea terve põlvkonna akadeemilist järelkasvu.

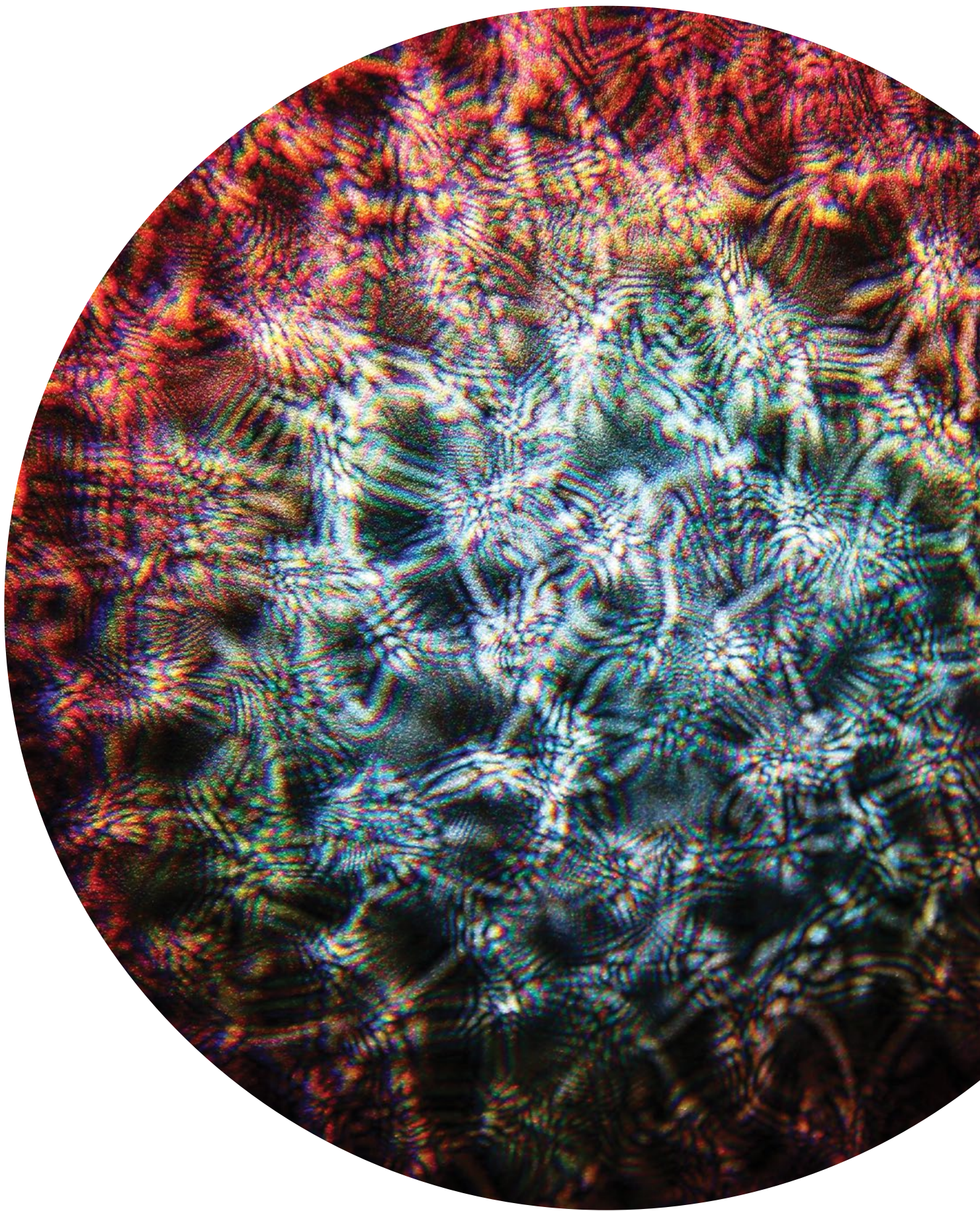
Doktorantuuri astunute arv vähenes drastiliselt 2012. aastal seoses riigieelarvevälise doktoriõppe sisulise ärakadumisega. Kõigi faktorite koostoimes näitavad trendid, et doktorite-tööealise elanikkonna suhte mõttes kaugeneme teadusedukatest riikidest, mitte ei jõua neile järele. Tulevikus on vaja analüüsida doktoriõppe sisu ning korraldust (doktorantuurikavade koosseis,

juhendamine) ning muuta doktorantide sotsiaalset staatust. Doktorant on noor teadlane, kes peab omandama iseseisva töö kogemuse, kuid doktoriõppe sisu ning maksuvabade doktorandistipendiumite süsteem käsitleb doktoranti tudengina.

Positsioon, kuhu asetume doktorite ja teadlaste väikese osakaalu tõttu üldises tööealises elanikkonnas, peegeldab hästi Eesti, eriti erasektori, tagasihoidlikku panust teadus- ja arendustegevusse. Teadusinvesteringute kasv aastatel 1998–2012 suurendas aeglaselt teadlaste osakaalu tööealises elanikkonnas, eelkõige erasektori teadlaskonna kasvu tõttu. Alates 2013. aastast on toimunud järjepideva teadusinvesteringute suhtelise osakaalu vähenemise taustal stagnatsioon ning teadlaste arv on kahanenud nii avalikus kui erasektoris. Negatiivsete arengute tulemusena on lõppkokkuvõttes hakanud kasvama vahe edukate teadusriikidega. Eriti suur kahanemine toimus ülikoolides aastail 2014–2017, kui eelmise perioodi struktuurifondide vahendid hakkasid lõppema või olid lõppenud ning uued polnud veel vabanenud. Taolist tsüklilisust on võimalik ette näha ning tuleb luua mehhanismid selle ärahoidmiseks, näiteks vältida kõigi struktuurivahendite programmide üheaegset menetlemist ja sellega seotud viivitusi käivitamisel, samuti luua eelarvelised puhvrid struktuurifondide programmidest väljumiseks.

Teadusmaastikul valitseb läbipaistmatus vabade töökohtade kättesaadavuse osas, töökohakindlusetus ning karjäärivõimaluste ebaselgus. Eelkõige on raskendatud noorte sisenemine teadusesse. Samuti on märkimisväärne soolõhe kõrgematel akadeemilistel ametikohtadel, kus naiste osakaal on oluliselt madalam. Hädavajalik on selge saavutustel põhineva karjäärimudeli sisseseadmine lähitulevikus. Karjäärimudeli peamine eelis on ühekordne konkurents teadussüsteemi sisenemisel ning edenemine vastavalt võimetele ja panustamisele. Selge karjäärimudel võimaldaks samuti vähendada soolõhet kõrgematel akadeemilistel ametikohtadel, kuna konkureeritakse karjääri esimestel etappidel, kus soolõhet sisuliselt ei ole või teatud akadeemilistel ametikohtadel on isegi kerge naiste ülekaal.





Kogu nähtava valguse ja lähi-infrapuna piirkonda kattev superkontiinuum laseri kiir hajutatult  
Autorid: Heli Lukner, Sandhra-Mirella Valdma, Andreas Valdmann (Teadusfoto 2017).





Lume- ja jääkihtide vaatlemine Fox Fonna liustikul Svalbardil

Autor: Kertu Liis Krigul (Teadusfoto 2017).



# EESTI TEADUSE TERVIS 2018. AASTA KESKEL

**Kalmer Lauk**

Tartu Ülikooli teadus- ja arendustegevuse analüütik

**Jüri Allik**

Tartu Ülikooli professor ja Eesti Teaduste Akadeemia akadeemik

Sarnaselt riigi majanduslikule jõukusele saab väljendada ka tema teaduslikku rikkust, mis avaldub eelkõige heades ajakirjades avaldatud publikatsioonide arvus ja kvaliteedis. Kvaliteeditähis on omakorda eelkõige kolleegide poolt tehtud viidete kogus.<sup>108</sup> Riigi teaduslik rikkus on otseses sõltuvuses tema majandusest. Ainult väga jõukad riigid saavad reeglina endale lubada kõrgetasemelist teadust, mille näitajad on üsna täpselt ette ennustavad SKT ja eelarveprotsendi põhjal, mida riik kulutab TA-le.<sup>109,110,111</sup> Teadusele kulutatud raha ei muundu automaatselt publikatsioonideks, mida kolleegid üle kogu maailma peavad vajalikuks viidata.<sup>112,113,114</sup> Isegi väga lähedase elukorraldusega riigid võivad erineda efektiivsusest, millega teadusele eraldatud raha teisendatakse kõrge kvaliteediga teaduspublikatsiooniks. Samuti erinevad riigid selle poolest, kui tõhus on teadusesse tehtud investeeringute vahetu panus majandusse ja selle kasvu.<sup>115</sup> Lisaks rahale, mis on vajalik teaduse elushoidmiseks, sõltub teaduse edukus mingis riigis innovatsioonipoliitikast ja teadlaste ning administraatorite pühendumusest ja professionaalsusest.<sup>116,117,118,119,120</sup>

Isegi 25 aastat pärast 20. sajandi kõige rõõmsamat geopolitiilist sündmust – Nõukogude Liidu kokkuvarisemist – jälitab endisi kommunistlikke riike mineviku needus, kuna nende teaduse tase jääb kaugemale maha Euroopa Liidu keskmisest.<sup>121,122,123,124,125</sup> Ainult mõned üksikud endised kommunistlikud riigid, nende seas Eesti ja Georgia, on suutnud teaduse kvaliteedis jõuda järele maailma parimatele ja nendega sammu pidada.<sup>126,127,128,129,130,131</sup> Seepärast on riigid, kes on osanud vältida mineviku taaka, väga väärtuslikud uurimisobjektid, kus loomulikult toimunud eksperimendid näitavad, milline peab olema teaduse rahastus ja poliitika, et olla maailmas edukas. Oleks andestamatu ja kallis viga, kui me sellest kogemusest midagi ei õpiks.

Nagu juba mainisime põhineb käesolev analüüs vaatlusperioodil, milles terve 2007. aasta on asendatud 2008. aasta esimese poolega ehk vaatluse alla on aeg 1. jaanuarist 2008 kuni 30. juunini 2018. Joonisel 3.1 on näidatud Eesti autorlusega artiklite mõjukuse (viidete arv artikli kohta) kasvu kuni 2018 esimese poolaastani. Kui 2006. aastal viidati Eesti autorite töid keskmiselt 20% vähem kui maailma 50% juhtriikides keskmiselt, siis 2018. aasta keskpaigaks on viitamisi ligikaudu 40% keskmisest rohkem.

<sup>108</sup> King, D. A. (2004). The scientific impact of nations. – *Nature*, 430(6997), pp. 311–316. doi:10.1038/430311a

<sup>109</sup> Allik, J. (2013). Factors affecting bibliometric indicators of scientific quality. – *Trames: Journal of the Humanities and Social Sciences*, 17(3), pp. 199–214. doi:10.3176/tr.2013.3.01

<sup>110</sup> King, D. A. (2004). The scientific impact of nations. – *Nature*, 430(6997), pp. 311–316. doi:10.1038/430311a

<sup>111</sup> Vinkler, P. (2018). Structure of the scientific research and science policy. – *Scientometrics*, 114(2), pp. 737–756. doi:10.1007/s11192-017-2568-7

<sup>112</sup> King, D. A. (2004). The scientific impact of nations. – *Nature*, 430(6997), pp. 311–316. doi:10.1038/430311a

<sup>113</sup> Leydesdorff, L., Wagner, C. (2009). Macro-level indicators of the relations between research funding and research output. – *Journal of Informetrics*, 3(4), pp. 353–362. doi:10.1016/j.joi.2009.05.005

<sup>114</sup> Vinkler, P. (2008). Correlation between the structure of scientific research, scientometric indicators and GDP in EU and non-EU countries. – *Scientometrics*, 74(2), pp. 237–254. doi:10.1007/s11192-008-0215-z

<sup>115</sup> Vinkler, P. (2008). Correlation between the structure of scientific research, scientometric indicators and GDP in EU and non-EU countries. – *Scientometrics*, 74(2), pp. 237–254. doi:10.1007/s11192-008-0215-z

<sup>116</sup> Jurajda, S., Kozubek, S., Munich, D., Skoda, S. (2017). Scientific publication performance in post-communist countries: still lagging far behind. – *Scientometrics*, 112(1), pp. 315–328. doi:10.1007/s11192-017-2389-8

<sup>117</sup> Moed, H. F. (2005). Citation analysis in research evaluation. – Dordrecht: Springer.

<sup>118</sup> Ntuli, H., Inglesi-Lotz, R., Chang, T. Y., & Pouris, A. (2015). Does Research Output Cause Economic Growth or Vice Versa? Evidence From 34 OECD Countries. – *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(8), pp. 1709–1716. doi:10.1002/asi.23285

<sup>119</sup> van Leeuwen, T. N., Moed, H. F. (2012). Funding decisions, peer review, and scientific excellence in physical sciences, chemistry, and geosciences. – *Research Evaluation*, 21(3), pp. 189–198. doi:10.1093/reseval/rvs009

<sup>120</sup> van Leeuwen, T. N., Visser, M. S., Moed, H. F., Nederhof, T. J., van Raan, A. F. J. (2003). Holy Grail of science policy: Exploring and combining bibliometric tools in search of scientific excellence. – *Scientometrics*, 57(2), pp. 257–280. doi:10.1023/a:1024141819302

<sup>121</sup> Jurajda, S., Kozubek, S., Munich, D., Skoda, S. (2017). Scientific publication performance in post-communist countries: still lagging far behind. – *Scientometrics*, 112(1), pp. 315–328. doi:10.1007/s11192-017-2389-8

<sup>122</sup> Kozak, M., Bornmann, L., Leydesdorff, L. (2015). How have the Eastern European countries of the former Warsaw Pact developed since 1990? A bibliometric study. – *Scientometrics*, 102(2), pp. 1101–1117. doi:10.1007/s11192-014-1439-8

<sup>123</sup> Must, Ü. (2006). “New” countries in Europe - Research, development and innovation strategies vs bibliometric data. – *Scientometrics*, 66(2), pp. 241–248. doi:10.1007/s11192-006-0016-1

<sup>124</sup> Pajic, D. (2015). Globalization of the social sciences in Eastern Europe: genuine breakthrough or a slippery slope of the research evaluation practice? – *Scientometrics*, 102(3), pp. 2131–2150. doi:10.1007/s11192-014-1510-5

<sup>125</sup> Vinkler, P. (2008). Correlation between the structure of scientific research, scientometric indicators and GDP in EU and non-EU countries. – *Scientometrics*, 74(2), pp. 237–254. doi:10.1007/s11192-008-0215-z

<sup>126</sup> Allik, J. (2003). The quality of science in Estonia, Latvia, and Lithuania after the first decade of independence. – *Trames: Journal of the Humanities and Social Sciences*, 7 ((57/52)), pp. 40–52.

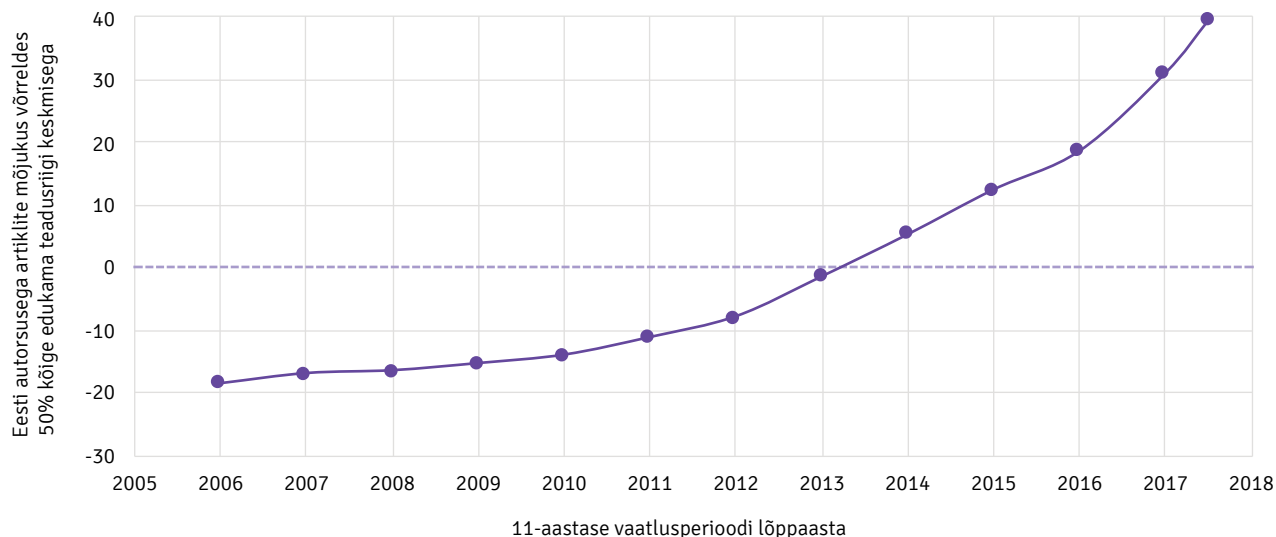
<sup>127</sup> Allik, J. (2008). Quality of Estonian science estimated through bibliometric indicators (1997–2007). – *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 57, pp. 255–264. doi:10.3176/tr.2013.3.01

<sup>128</sup> Allik, J. (2011). Estonian science estimated through bibliometric indicators. In J. Engelbrecht (Ed.), *Research in Estonia: Present and Future* (pp. 456–469). Tallinn: Estonian Academy of Sciences.

<sup>129</sup> Allik, J. (2015). Progress in Estonian science. – *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 64(2), pp. 125–126.

<sup>130</sup> Allik, J. (2016). Teaduspublikatsioonid: Eesti tõus maailma tippu. – *Eesti teadus 2016* (toim. K. Raudvere), lk. 27–32, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

<sup>131</sup> Lauk, K., Allik, J. (2018). A puzzle of Estonian science: How to explain unexpected rise of the scientific impact. – *Trames: A Journal of Humanities and Social Sciences*, 22(4), pp. 1–12.



**Joonis 3.1.** Eesti autorsusega publikatsioonide mõjukuse kasv alates 2006. aastast 2018. aasta 30. juunini

Allikas: Web of Science, Essential Science Indicators, autorite arvutused.

Tabelis 3.1 on riikide/territooriumide mõjukuse pingerida, mis on reastatud kolmanda tulba (V/A ehk viiteid artikli kohta) alusel. Arvesse on võetud vaid piisavalt suured teadusriigid, mis suutsid 10 aasta ja 6 kuuga avaldada üle 4000 artikli. Senegal, Malawi, Panama, Zimbabwe, Makedoonia, Usbekistan, Sudaan ja Burkina Faso olid sellele väga ligidal ja avaldasid üle 3000 töö, kuid autorid jätsid nimetatud riigid piasjasjadesse uppumise kartuses analüüsist kõrvale.

Jätakuvalt on mõjukuse pingerea tipus Island, Šveits ja Šotimaa, kelle töid viidati keskmiselt üle 20 korra artikli kohta. Eesti on tõusnud veel paar kohta ja on nüüd mõjukuselt 12. teadusriik maailmas, kui Ühendkuningriigi osad üheks kokku korjata. Eesti teadlaste osalusel kirjutatud 16 880 artiklit viidati 285 708 korral ehk keskmiselt 16.93 korda artikli kohta. Kuna maailma 50% parimate riikide keskmine oli 12.16 viidet artikli kohta, siis on Eesti sellest ligikaudu 40% üle (joonis 3.1).

Eelmises ülevaates<sup>132</sup> oli põhjust rõõmustada selle üle, et Eesti teaduse mõjukus jõudis samale tasemele Prantsusmaa ja Iisraeliga, kes kulutavad teadusele vastavalt 2.3% ja 4.3% SKT-st. Võrreldes Eesti 0.52% on see ilmselt mõnevõrra rohkem.<sup>133</sup> Nüüd on aga põhjust rõõmustada uue saavutuse puhul. Eesti möödus teaduse mõjukuse poolest Soomest ja Saksamaast!

Tööde mõjukus on mitmes mõttes sarnane mõistele tööviljakus. Selleks, et paremini aru saada Eesti teaduse saavutusest, võib taustaks võrrelda nende maade tööviljakust. Näiteks Soome

ja Saksamaa tööviljakus (inimese ja tunni aja töö kohta) on vastavalt £19.8 ja £23.3 (Briti naela).<sup>134</sup> Eesti tööline suudab aga tunni ajaga toota väärtust ligikaudu kolm korda vähem ehk ainult £7.43. Seega pole mingit kahtlust, et teadus – suure väärtusega teadusartiklite tootmine – on tööviljakuselt Eesti kõige edukam majandussektor.<sup>135</sup> Kuna joonisel 3.1 toodud mõjukuse kasvukõver on väga korrapärane, siis pole raske teha prognoose. Kuna näiteks USA teaduse mõjukus teiste tippriikidega võrreldes pigem kahaneb, siis suure tõenäosusega jõuab Eesti teadus mõjukuselt USA-le järele ja läheb sellest mööda. Eesti jõudmine paari aastaga maailma viie kõige mõjukama teaduse hulka ei ole õõnes valimislubadus, vaid üsna lihtne matemaatiline prognoos, mida saab joonise 3.1 põhjal teha.

Teaduse mõõtmisega tegelevad uurijad on märganud, et mõjukus – viiteid artikli kohta – võib olla petlik, kuna häid tulemusi võib saavutada mugavusteadusega, mis hoidub riskantsetest, kuid suure teadusliku läbilöögiga ideedest.<sup>136</sup> Ka selles mõttes näib Eesti teadusel hästi minevat, kuna 2.52% (tabel 3.1 viimane tulp) kõigist avaldatud artiklitest (esimene tulp) jõudis tippartiklite (eelviimane tulp) ehk 1% suurima viidatavusega tööde hulka (omas valdkonnas ja vanusekohordis). Selle näitajaga on Eesti maailmas 7. kohal (näiteks USA on alles 31. ja Soome 29. kohal).

<sup>132</sup> Lauk, K., Allik, J. (2018). A puzzle of Estonian science: How to explain unexpected rise of the scientific impact. – *Trames: A Journal of Humanities and Social Sciences*, 22(4), pp. 1–12.

<sup>133</sup> Vassil, K. (2018). Puudu on 114 miljonit eurot. – *Postimees*, 7. november. [https://arvamus.postimees.ee/6447554/kristjan-vassil-puudu-on-114-miljonit-eurot?utm\\_source=facebook.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=share-buttons&utm\\_content=6447554&fbclid=IwAR3kd1iPT0mw68E9jFNULvqk8D4XKn5gzjw\\_90CY7oW8CYRti88h6htyQ9o](https://arvamus.postimees.ee/6447554/kristjan-vassil-puudu-on-114-miljonit-eurot?utm_source=facebook.com&utm_medium=social&utm_campaign=share-buttons&utm_content=6447554&fbclid=IwAR3kd1iPT0mw68E9jFNULvqk8D4XKn5gzjw_90CY7oW8CYRti88h6htyQ9o) (06.12.2018).

<sup>134</sup> The Most Productive Countries in the World: 2017. Expert Market. <https://www.expertmarket.co.uk/focus/worlds-most-productive-countries-2017> (06.12.2018).

<sup>135</sup> Majanduslik käive, mida loovad Eesti teadlased, ei ole sugugi väike. Arvestuslikult kulub maailmas ühe teadusartikli avaldamiseks keskmiselt \$5000 (Van Noorden, R. (2013)). The true cost of science publishing. – *Nature*, 495(7442), 426–429.). Käesoleva artikli tabelist 3.1 loeme välja, et Eesti teadlased avaldasid 16 880 artiklit, mis läks kirjastajatele maksma ümmarguselt \$84 miljonit USA dollarit ehk hetke vahetuskursi alusel €75 miljonit eurot, mis oleks umbes 0.8% Eesti riigi 2017. aasta eelarvest. (Van Noorden, R. (2013)). The true cost of science publishing. – *Nature*, 495(7442), pp. 26–429).

<sup>136</sup> Allik, J. (2013). Factors affecting bibliometric indicators of scientific quality. – *Trames: Journal of the Humanities and Social Sciences*, 17(3), pp. 199–214. doi:10.3176/tr.2013.3.01



**Tabel 3.1.** Maailma teaduse mõjukuse pingerida, kus artikli kohta tehtud keskmise viidete arvu (V/A) alusel on reastatud riigid/territooriumid, mis on 10 aasta ja 6 kuuga avaldanud rohkem kui 4000 artiklit

	Riik/territoorium	Artikleid	Viiteid	V/A	Tippartikleid	Tippartikleid (%)
1	Island	9 873	231 417	23.44	301	3.05
2	Šveits	280 369	5 884 932	20.99	7 619	2.72
3	Šotimaa	147 189	2 977 267	20.23	3 913	2.66
4	Holland	379 242	7 566 912	19.95	9 408	2.48
5	Taani	162 439	3 116 923	19.19	4 098	2.52
6	Wales	50 628	921 157	18.19	1 128	2.23
7	Singapur	118 424	2 152 243	18.17	3 002	2.53
8	Inglismaa	962 595	17 477 811	18.16	21 067	2.19
9	Belgia	208 838	3 782 846	18.11	4 693	2.25
10	Usa	3 922 346	70 130 397	17.88	72 243	1.84
11	Rootsi	252 797	4 474 392	17.70	5 112	2.02
12	Georgia	5 725	100 625	17.58	173	3.02
13	Iirimaa	79 000	1 374 412	17.40	1 733	2.19
14	<b>Eesti</b>	<b>16 880</b>	<b>285 708</b>	<b>16.93</b>	<b>426</b>	<b>2.52</b>
15	Põhja-Iirimaa	24 802	418 098	16.86	471	1.90
16	Austria	144 761	2 429 907	16.79	3 092	2.14
17	Saksamaa	1 042 716	17 452 258	16.74	17 993	1.73
18	Soome	123 030	2 048 793	16.65	2 322	1.89
19	Kanada	649 786	10 809 115	16.63	12 169	1.87
20	Norra	122 239	1 985 894	16.25	2 469	2.02
21	Prantsusmaa	728 211	11 707 974	16.08	11 905	1.63
22	Israael	137 607	2 168 673	15.76	2 319	1.69
23	Peruu	9 508	147 728	15.54	268	2.82
24	Austraalia	545 752	8 474 129	15.53	10 733	1.97
25	Uganda	8 783	135 288	15.40	144	1.64
26	Keenia	15 233	232 313	15.25	325	2.13
27	Itaalia	633 688	9 649 571	15.23	9 640	1.52
28	Hong Kong	125 300	1 878 774	14.99	2 492	1.99
29	Uus-Meremaa	89 630	1 339 369	14.94	1 596	1.78
30	Hispaania	549 582	7 907 313	14.39	8 083	1.47
31	Costa Rica	5 412	77 903	14.39	95	1.76
32	Kreeka	112 736	1 592 532	14.13	1 785	1.58
33	Luksemburg	8 875	124 106	13.98	184	2.07
34	Tansaania	8 151	112 938	13.86	127	1.56
35	Filipiinid	11 314	154 470	13.65	254	2.25
36	Portugal	127 251	1 696 459	13.33	1 722	1.35
37	Uruguay	8 877	117 504	13.24	108	1.22
38	Küpros	10 334	136 524	13.21	215	2.08
39	Ungari	67 706	869 434	12.84	1 009	1.49
40	Armeenia	7 411	95 089	12.83	150	2.02
41	Sri Lanka	6 906	88 295	12.79	144	2.09
42	Jaapan	820 886	10 064 483	12.26	7 074	0.86
43	Ghana	7 990	94 561	11.83	115	1.44
44	Lõuna-Aafrika	110 689	1 278 094	11.55	1 700	1.54
45	Tšehhi	114 884	1 320 385	11.49	1 422	1.24
46	Sloveenia	38 694	438 115	11.32	459	1.19
47	Argentina	87 125	980 758	11.26	882	1.01

48	Tšiili	69 496	781 315	11.24	860	1.24
49	Liibanon	11 456	124 740	10.89	179	1.56
50	Nepal	5 344	57 931	10.84	79	1.48
51	Taiwan	270 174	2 898 369	10.73	1 943	0.72
52	Lõuna-Korea	521 368	5 491 701	10.53	4 433	0.85
53	Indoneesia	17 090	178 115	10.42	216	1.26
54	Tai	69 673	725 061	10.41	662	0.95
55	Saudi Araabia	93 063	965 761	10.38	2 151	2.31
56	Bulgaaria	24 260	249 702	10.29	273	1.13
57	Katar	11 996	122 484	10.21	266	2.22
58	Läti	6 556	66 576	10.15	100	1.53
59	Kolumbia	37 041	375 465	10.14	541	1.46
60	Hiina	2 272 222	22 723 995	10.00	24 878	1.09
61	Ecuador	7 141	69 864	9.78	121	1.69
62	Bangladesh	15 563	150 183	9.65	192	1.23
63	Omaan	6 112	58 976	9.65	90	1.47
64	Horvaatia	36 391	350 833	9.64	358	0.98
65	Slovakkia	34 248	325 318	9.50	327	0.95
66	Venezuela	11 265	106 774	9.48	100	0.89
67	Kamerun	7 536	70 447	9.35	82	1.09
68	Araabia Ühendemiraadid	17 762	165 353	9.31	206	1.16
69	Mehhiko	125 519	1 163 658	9.27	1 100	0.88
70	Valgevene	11 610	107 203	9.23	160	1.38
71	Kuuba	8 524	77 308	9.07	74	0.87
72	Aserbaidžaan	5 120	46 224	9.03	77	1.50
73	Etioopia	10 132	90 299	8.91	106	1.05
74	Poola	249 385	2 198 772	8.82	2 122	0.85
75	India	559 822	4 925 388	8.80	3 520	0.63
76	Maroko	17 680	151 361	8.56	162	0.92
77	Vietnam	24 522	209 037	8.52	284	1.16
78	Malaisia	91 685	778 766	8.49	1 052	1.15
79	Brasiilia	409 878	3 454 699	8.43	2 699	0.66
80	Leedu	21 896	183 353	8.37	239	1.09
81	Jordania	13 330	107 171	8.04	114	0.86
82	Egiptus	86 195	684 668	7.94	579	0.67
83	Kuveit	7 679	60 852	7.92	69	0.90
84	Serbia	49 134	378 573	7.70	429	0.87
85	Iraan	261 703	1 964 969	7.51	1 816	0.69
86	Pakistan	72 057	537 844	7.46	801	1.11
87	Rumeenia	76 246	564 616	7.41	679	0.89
88	Tuneesia	34 592	247 599	7.16	144	0.42
89	Türgi	267 377	1 912 240	7.15	1 468	0.55
90	Nigeeria	24 396	172 785	7.08	199	0.82
91	Macao	5 523	38 320	6.94	116	2.10
92	Ukraina	50 669	349 964	6.91	329	0.65
93	Venemaa	327 019	2 128 475	6.51	1 763	0.54
94	Alžeeria	24 574	158 841	6.46	194	0.79
95	Bosnia ja Hertsegoviina	4 529	27 646	6.10	40	0.88
96	Iraak	8 189	48 709	5.95	72	0.88
97	Kasahstan	6 053	30 472	5.03	41	0.68

Allikas: Web of Science, Essential Science Indicators.

Millised valdkonnad on Eestis tugevad? Tabelis 3.2 on valdkonnad jaotatud protsentsuhte alusel maailma 50% juhtriikide keskmise suhtes. Võrreldes eelmise perioodiga 2007–2017 (tabel 2)<sup>137</sup> on tipud – kliiniline meditsiin ja molekulaarbioloogiageneetika – veelgi rohkem maailma juhtriikide tasemest ette läinud. Üldiselt on muutused üsna väikesed ja kohavahtetused ei ületa paari astet. Hetkel on üheksa teadusvaldkonda (meditsiin, geneetika, füüsika, taime- ja loomateadus, ökoloogia, farmakoloogia, bioloogia, mikrobioloogia ja psühhiaatria/psühholoogia), mille mõjukus on suurem juhtriikide keskmisest. Lisaks on seitse valdkonda (põllumajandus, neuroteadused, astronoomia, matemaatika, immunoloogia ja keemia), mis ei jää keskmisest rohkem kui 10% maha. Endiselt on kõige kaugemal maailma juhtriikide tasemest majandus- ja äriteadus, kus Eesti autorite töid viidatakse üle 40% vähem kui maailmas keskmiselt, kuid mille puhul ei tohi unustada, et tulemusega kuulutakse endiselt 50% parimate riikide hulka.

Eelisel vaatlusperioodil 2007–2017 suutsime tuvastada 66 Eestis töötavat teadlast, kes kuulusid ühes või mitmes valdkonnas maailma 1% enimviidatud teadlaste hulka (lisa 1).<sup>138</sup> Pisteline kontroll näitab, et see arv on veelgi kasvanud. Lisaks 1% läve ületanute pingereale koostab Clarivate Analytics nimekirja 6000 enim viidatud teadlasest maailmas.<sup>139</sup> Nimekirja koostamise meetodika muutus sellel aastal. Lisaks igas valdkonnas summaarse viidatavuse tipus olijatele lisatakse nimekirja ka need, kes pole ühes valdkonnas läve ületanud, kuid on vähemalt kahes valdkonnas sellele väga ligidal. Eesti on nimekirjas esindatud 17 nimega (vaata tabel 3.3). Võrdluseks olgu mainitud, et ükski Läti teadlane ei saanud kirja, Leedus on selliseid inimesi üks ning Venemaal seitse. Kuna Eesti teaduse artiklite osakaal on maailma teaduses umbes 0.11%, siis on meie teadlase ülesindatus maailma tippteadlaste nimekirjas ligikaudu kahe ja poole kordne. See on veel üks näide sellest, et Eesti teadusele sobib hindamine kvaliteedi-, mitte pelgalt kvantiteedinäitajate alusel.

**Tabel 3.2.** Teadusvaldkonnad järjestatud mõjukuse protsentsuhte alusel maailma 50% juhtriikide mõjukuse keskmise suhtes

	Valdkond	Artiklid	Viited	Viiteid artikli kohta (V/A)	V/A maailma keskmine (%)	Tippartiklid
1	Kliiniline meditsiin	1 575	49 934	31.7	148.6	92
2	Molekulaarbioloogia ja geneetika	764	40 886	53.5	126.7	51
3	Füüsika	1 897	36 476	19.2	68.4	68
4	Taime- ja loomateadus	1 653	24 620	14.9	60.0	61
5	Ökoloogia	1 326	27 260	20.6	60.4	45
6	Farmakoloogia ja toksikoloogia	294	5 172	17.6	38.7	8
7	Bioloogia ja biokeemia	759	15 291	20.2	21.2	13
8	Mikrobioloogia	261	4 701	18.0	19.2	5
9	Psühhiaatria ja psühholoogia	489	6 263	12.8	5.9	11
10	Põllumajandusteadused	389	3 256	8.4	-3.7	4
11	Multidistsiplinaarne teadus	55	781	14.2	-4.6	2
12	Neuroteadus ja käitumine	469	7 771	16.6	-7.2	7
13	Astronoomia	272	4 502	16.6	-7.4	4
14	Matemaatika	317	1 272	4.0	-7.6	1
15	Immunoloogia	262	4 477	17.1	-9.0	5
16	Keemia	1 475	19 648	13.3	-9.0	14
17	Maateadused	1 170	12 114	10.4	-16.2	9
18	Inseneriteadus	747	4 537	6.1	-20.0	5
19	Materjaliteadus	726	6 963	9.6	-21.8	3
20	Sotsiaalteadused	1 467	7 532	5.1	-24.8	18
21	Arvutiteadus	215	872	4.1	-38.2	0
22	Majandus- ja äriteadus	298	1 380	4.6	-43.8	0
KÕIK KOKKU		16 880	285 708	16.9	39.2	426

Allikas: Web of Science, Essential Science Indicators, autorite arvutused.

<sup>137</sup> Lauk, K., Allik, J. (2018). A puzzle of Estonian science: How to explain unexpected rise of the scientific impact. – *Trames: A Journal of Humanities and Social Sciences*, 22(72/67), 4, pp. pp. 329-344. <https://doi.org/10.3176/tr.2018.4.01>

<sup>138</sup> Lauk, K., Allik, J. (2018). A puzzle of Estonian science: How to explain unexpected rise of the scientific impact. – *Trames: A Journal of Humanities and Social Sciences*, 22(72/67), 4, pp. pp. 329-344. <https://doi.org/10.3176/tr.2018.4.01>

<sup>139</sup> Clarivate Analytics. Highly Cited Researchers 2018. <https://hcr.clarivate.com/07.08.2018>.



**Tabel 3.3.** Eestis töötavad teadlased, kes on ühes valdkonnas või mitme valdkonna peale kokku jõudnud maailma 6000 enimviidatud teadlase hulka

	Nimi	Eesnimi	Valdkond	Esimene asutus	Teine asutus
1	Abarenkov	Kessy	Mitu	Tartu Ülikool	
2	Bahram	Mohammad	Mitu	Tartu Ülikool	
3	Esko	Tõnu	Molekulaarbioloogia ja geneetika	Tartu Ülikool	
4	Fischer	Krista	Mitu	Tartu Ülikool	
5	Ivask	Angela	Mitu	Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut	
6	Junninen	Heikki	Maateadus	Tartu Ülikool	Helsinki Ülikool
7	Kahru	Anne	Farmakoloogia ja toksikoloogia	Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut	
8	Kasemets	Kaja	Mitu	Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut	
9	Kõljalg	Urmes	Taime- ja loomateadus	Tartu Ülikool	
10	Mägi	Reedik	Molekulaarbioloogia ja geneetika	Tartu Ülikool	
11	Metspalu	Andres	Molekulaarbioloogia ja geneetika	Tartu Ülikool	
12	Moora	Mari	Mitu	Tartu Ülikool	
13	Niinemets	Ülo	Taime- ja loomateadus	Eesti Maaülikool	
14	Perola	Markus	Molekulaarbioloogia ja geneetika	Terve- ja hüvinvoimide keskus, Soome	Tartu Ülikool
15	Pärtel	Meelis	Mitu	Tartu Ülikool	
16	Tedersoo	Leho	Taime- ja loomateadus	Tartu Ülikool	
17	Zobel	Martin	Ökoloogia/taime- ja loomateadus	Tartu Ülikool	

Allikas: Clarivate Analytics.

Kokkuvõtteks võib öelda, et 2018. aasta keskel on andmed Eesti teaduse tervise kohta pehmelts öeldes vasturääkivad. Teaduse rahastamine meenutab juba eksperimenti, milles tahetakse teada saada, kas maailmatasemel teadust on võimalik teha üldse ilma mingi rahata. Näiteks Leedu kulutab SKT-st rohkem kui 1% TA-le, mis võimaldab olla teaduse mõjukuse pingereas alles 80. kohal. Teades, et Eesti teadus on riigi lubatud 1% näol saanud 114 miljoni võrra vähem,<sup>140</sup> siis võiks piltlikult öeldes arvata, et tegemist on surmaeelses agoonias vaevleva patsiendiga. Iga teadustöö, mis on viimase kümne ja poole aasta jooksul ilmunud rahvusvahelistes ajakirjades ja mille autor või kaasautor on mõni Eestiga seotud uurija, saab ligikaudu 40% rohkem viiteid kui pooled maailma edukamad teadusriigid keskmiselt. Kui Eesti majandus kasvab maailmajanduse keskmise kasvukiirusega (3%), siis peetakse seda väga heaks. Eesti teaduse mõjukus on viimasel viiel aastal kasvanud keskmiselt 8% kiiremini kui maailma teaduse juhtgrupp keskmiselt. Kui selline kasvutempo jätkub, siis on võimalik ennustada, millisele kohale jõuab Eesti teadus maailma mõjukuse pingereas ühe või kahe aasta pärast. Näiteks peaks Eesti teaduse mõjukus umbes aasta või pooleteise pärast jõudma USA-ga samale tasemele. Koht maailma viie kõige mõjukama teadusriigi seas on realistlik, kui Eesti teadust ei taba mõni suurem katastroof.

Näiteks mõjukuse pingereas on Eestist kaks kohta kõrgemal Georgia. Tabeli 3.1 lähem vaatlus näitab, et Georgia teadlased avaldasid ligi 3 korda vähem töid kui Eesti teadlased, kusjuures ligikaudu pooled neist olid füüsika valdkonnas. Kahekümne kahest valdkonnast, milleks ESI on jaotatud, jõudis Georgia vaid 11 valdkonnas töödele tehtud viidete koguarvult maailma 50% paremate riikide sekka. Eesti oli aga maailma riikide nimekirja esimeses pooles kõigis 22 valdkonnas. Kui Georgia edu võti on paari valdkonna eelisrahastamine, siis Eesti edu aluseks on kõigi 21 valdkonna toetamine (ESI ei pea arvestust humanitaaria üle ja interdistsiplinaarne valdkond kujuneb üsna juhuslikult). Oleks väga suur poliitiline viga, kui raha vähesuse argumentiga hakataks nälgutama mõnda „pehmemat“ valdkonda, kuna see ei panusta teaduse bürokraatide arvates otse ja piisavalt majandusse.

<sup>140</sup> Vassil, K. (2018). Puudu on 114 miljonit eurot. – Postimees, 7. november. [https://arvamus.postimees.ee/6447554/kristjan-vassil-puudu-on-114-miljonit-eurot?utm\\_source=facebook.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=share-buttons&utm\\_content=6447554&fbclid=IwAR3kd1iPT0mw68E9jFNULvqk8D4XKn5gzjw\\_90CY7oW8CYRtI88h6htyQ90](https://arvamus.postimees.ee/6447554/kristjan-vassil-puudu-on-114-miljonit-eurot?utm_source=facebook.com&utm_medium=social&utm_campaign=share-buttons&utm_content=6447554&fbclid=IwAR3kd1iPT0mw68E9jFNULvqk8D4XKn5gzjw_90CY7oW8CYRtI88h6htyQ90) (06.12.2018).



Inkubatsioonikambrid koos tsüanobakterite proovidega  
Autor: Kertu Liis Krigul (Teadusfoto 2017).





Pneumaatiline auto  
Autor: Ingmar Muusikus (2018).



# TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE ÜHISKONDLIKUST TÄHTSUSEST JA TULEVIKUST EESTIS

**Erkki Karo**

Tallinna Tehnikaülikooli professor

## Sissejuhatus<sup>141</sup>

Viimasel viiel aastal on Eesti majandusareng jäänud püsima 75% juurde Euroopa keskmisest SKP-st (tabel 4.1). Võime seda piltlikult võrrelda keskmise sissetuleku lõksu laadse probleemiga. Ühelt poolt tähendab see, et edasine konkurents Euroopa jõukamate regioonidega – Sloveeniast ja Tšehhist Skandinaaviamaadeni – on üha keerulisem. Teistele järele jõudmiseks ja neist möödumiseks ei piisa enam üldistest investeeringutest infrastruktuuri ja inimkapitali. Järjest olulisemaks muutub olemasolevate loodus-, inim-, ja finantsressursside senisest nutikam ja tootlikum rakendamine. Teiselt poolt annab Euroopa Liit (EL) meile järjest vähem abivahendeid vajalike struktuursete muutuste tegemiseks ning peame hakkama omade vahenditega sisemisi ressursse paremini arendama ja rakendama. Siinkohal muutub järjest olulisemaks ka teadus- ja arendustegevuse nutikas korraldus ja laiem ühiskondlik mõjus.

Siiani on debatiid Eesti teadus- ja arendustegevuse rahastamisest ja ühiskondlikust mõjust kaldunud pigem lühiajalise utilitaarse vaate poole: teaduse mõju püütakse hinnata ja mõõta peamiselt lühiajalise majandusliku mõju tasemel. Näiteks arvutati 2017. aastal välja, et Eesti ülikoolide (otsene ja kaudne) panus majandusse on kogulisandväärtusena 1.6 miljardit eurot aastas.<sup>142</sup> Tagaplaanile jäävad muud võimalikud teaduse toime avaldumise vormid nagu laiem ühiskondlik mõju – üldine teadmiste baas ja inimkapitali tase, mis mõjutavad majandusarengu potentsiaali – ning ka näiteks (potentsiaalne) mõju avalikule sektorile ehk avalike poliitikate ja teenuste kvaliteedile (ei tohi unustada, et avaliku sektori kulutused on Eestis ca 40% SKP-st). Selline kallutatud vaade loob TA toimest väga kitsa ja kurva pildi: otsest TA-alast koostöökogemust konkreetsete ettevõtete tasemel ja lihtsasti mõõdetavat mõju tundub olevat liiga vähe. Lisaks piiritleb see lähenemine teadus- ja innovatsioonipoliitikaid ennekõike ettevõtete toetamise ja teenindamise loogikaga.

See on aga teadus- ja innovatsioonipoliitikate üks kõige vastuolulisemaid ja keerulisemalt saavutatavaid ja mõõdetavaid eesmärgid (võrreldes nt avaliku sektori või laiemate sotsiaalsete probleemide lahendamise panustamisega), eriti ajastul, mida iseloomustab globaalsete innovatsiooni- ja tootmisvõrgustike domineerimine, millel on tihti ettevõtete strateegilisele käitumisele suurem mõju kui kodumaisel poliitikal.<sup>143</sup>

Selles peatükis anname ülevaate Eesti teaduse mõjude avaldumise erinevatest tahkudest. Uuendame eelmises „Eesti teadus 2016“ kogumikus esitatud prof Urmas Varblase ja prof Kadri Ukrainski analüüsi<sup>144</sup> ning vaatame, kas nende peamised järeldused kehtivad ka 2–3 aastat hiljem. Lisaks käsitleme teaduse mõjude avaldumise muid vorme, mida tuleks Eesti teaduse ühiskondliku tähtsuse mõistmisel arvesse võtta. Oluline on siinkohal meeles pidada, et päris mitmed olulised TA poliitikate arengu numbrilised väärtused on tegelikult üsna subjektiivsed: näiteks muudetakse SKP statistikad veel vähemalt paar aastat täpsemaks, mis mõjutab ka erinevate SKP-ga seotud näitajate tõepärasust (eriti kui tahame vaadata lühiajalisi aegridasid). Samamoodi on suur osa ettevõtete kohta käivast TA statistikast kogutud ettevõtete enda hinnangutena ning avalikkusest kuuleme tihti, et ettevõtteid ei saa TA statistika kogumise olulisusest aru, peavad aruandlust liiga keerukaks ning edastavad küsitud infot üsna juhuslikult – ehk tegelik olukord võib olla oluliselt hullem või tegelikult hoopis oluliselt parem.

<sup>141</sup> Autor tänab Prof. Rainer Kattelit kommentaaride ja arutelude eest.

<sup>142</sup> Vt nt Biggar Economics. (2017). Economic Contribution of the Estonian Universities, A Report to Universities Estonia. <http://ern.ee/files/Biggar/economicimpact.pdf> (24.10.2018).

<sup>143</sup> Vaata nt. Yeung, H. W. C. (2016). Strategic coupling: East Asian industrial transformation in the new global economy. Cornell University Press.

<sup>144</sup> Varblane U., Ukrainski K. (2016). Teadus- ja arendustegevus ja tootlikkus rahvusvahelises võrdluses. – Eesti teadus 2016 (toim. K. Raudvere), lk. 33-43, Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0002>

**Tabel 4.1.** SKP tase võrreldes Euroopa Liidu (28) keskmisega aastatel 2006–2017, kus Euroopa Liit (28) = 100

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tšehhi	79	82	84	85	83	83	82	84	86	87	88	89
Taani	125	123	125	125	129	128	127	128	128	127	124	125
Saksamaa	116	117	117	117	120	123	124	124	126	124	123	123
Eesti	64	69	69	64	65	71	74	75	76	75	75	77
Iirimaa	148	148	134	129	130	130	132	132	137	181	183	184
Läti	53	57	59	52	53	57	60	62	64	64	65	67
Leedu	55	60	63	56	60	66	70	73	75	75	75	78
Poola	51	53	55	60	62	65	67	67	67	68	68	70
Sloveenia	86	87	90	85	83	83	82	82	82	82	83	85
Slovakkia	63	67	71	71	74	75	76	77	77	77	77	77
Soome	115	119	121	117	116	117	115	113	111	109	109	109
Rootsi	125	128	127	123	125	126	127	125	124	125	123	122

Allikas: Eurostat.<sup>145</sup>

## Riigi tulutase ning teadus- ja arendustegevusse tehtavad investeeringud

Rahvusvaheliste innovatsiooniuringutega on tuvastatud, et eriti maavarade ning loodusressursside poolest vaesemates riikides ning riikides, millele geograafiline asupaik ja kultuuriline kontekst ei ole sobilik, et toimida välisinvesteeringute üleilmse keskusena, on TA-sse tehtavate investeeringute ja riigi tulutaseme vahel oluline seos (sellele viitab ka joonis 4.1). Kuigi joonis ei kinnita üheselt ja lõplikult näitajate põhjuslikke seoseid, siis rahvusvahelised regionaalsete ja riikide võrdlevuuringutega kiputakse siiski jõudma ühisele arusaamale, et riigi arengutaseme kasvades muutub TA poliitika ja muude formaalsete institutsioonide kvaliteet määravaks majanduskasvu hoidmisel ja järgmiste kvalitatiivsete arenguhüpete tegemisel.<sup>146</sup> Kui riigid nagu Iirimaa, Suurbritannia, Norra ja Kanada on suutnud oma tulutaset kasvatada üle OECD keskmise ilma oluliste TA investeeringuteta (Norra ja Kanada puhul tuginedes peamiselt loodusvaradele ning Iirimaa ja Suurbritannia puhul peamiselt heale positsioonile välisinvesteeringute ja finants-turgude vahendajana), siis enamik teisi EL28 ja OECD keskmist tulutaset ületavaid riike (nt USA, Belgia, Saksamaa, Austria, Skandinaaviamaad) on eesmärgi saavutanud (või taset hoidnud) üsnagi silmapaistvate TA kulutustega (vähemalt üle 2% SKP-st).

Riikide ja regioonide analüüsid toovad siin küll esile olulisi erinevusi detailsetes strateegiates – näiteks on leitud, et Skandinaaviamaadest on Soome rajanud arengustrateegia kõige selgemalt TA ja tehnoloogiliste võimekuste arendamisele (samal ajal on Taanis olulisemal kohal olnud haridussüsteemi ja inimeste oskuste paindlikkus),<sup>147</sup> kuid TA investeeringutel (kas siis erasektori TA investeeringute suunajana ja võimendajana ja/

või haridussüsteemi konkurentsivõime tagajana) on oluline roll riikide konkurentsivõime ja seeläbi ka tulutaseme hoidmisel ja tõstmisel. Eraldi grupi moodustavad veel Ida-Aasia väiksemad riigid (eriti Korea, Taiwan, Singapur ning omalaadse Euroopa erandina ka Iisrael), mis on üsna lühikese aja jooksul jõudnud tehnoloogilise arengu eesliinile ning kus TA investeeringute osakaal on silmatorkavalt suur ja ajalooliselt on TA investeeringuid püütud kasutada just arenenud riikidele kiiremini järele jõudmiseks.

Riigi tulutaseme ja TA investeeringute võrdluses kuulub Eesti riikide gruppi, millega meile ennast üldjuhul võrrelda ei meeldi. Veelgi olulisem on see, et viimase kahe aasta arengutrendid on olnud üsnagi muret tekitavad – kuigi SKP elaniku kohta on kasvanud (nagu enamikus riikides), siis TA investeeringute osakaal SKP-st on hoopis langenud ning paikneme endiselt samas grupis riikidega, kellega me ennast võrrelda ei tahaks (nt Kreeka ja Ungari) ning võrdlemisi kaugel meie suurtest eeskujudest (nt Saksamaa, Soome, Rootsi).

Oluline on tähele panna, et TA kulutuste osakaal SKP-st on 2014–2016 perioodil langenud või püsinud muutumatuna praktiliselt kõikides Euroopa ning eriti eurotsooni riikides. Sisuliselt võib öelda, et TA retoorika, millega on rõhutatud kesket eesmärgi investeerida 3% SKP-st teadus- ja arendustegevusse, ei ole suutnud võidelda eurotsooni kasinuse ja kulutuste kokkutõmbamise eesmärkide ja retoorikaga.<sup>148</sup> Teisisõnu, pigem lihtsakoeline teadlaskonna ja TA bürokraatide lugu TAST kui olulisest pikaaegsest investeeringust tänases poliitilises ja ühiskondlikus debatis ei müü.

<sup>145</sup> Eurostat. [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_en](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en) (19.10.2018).

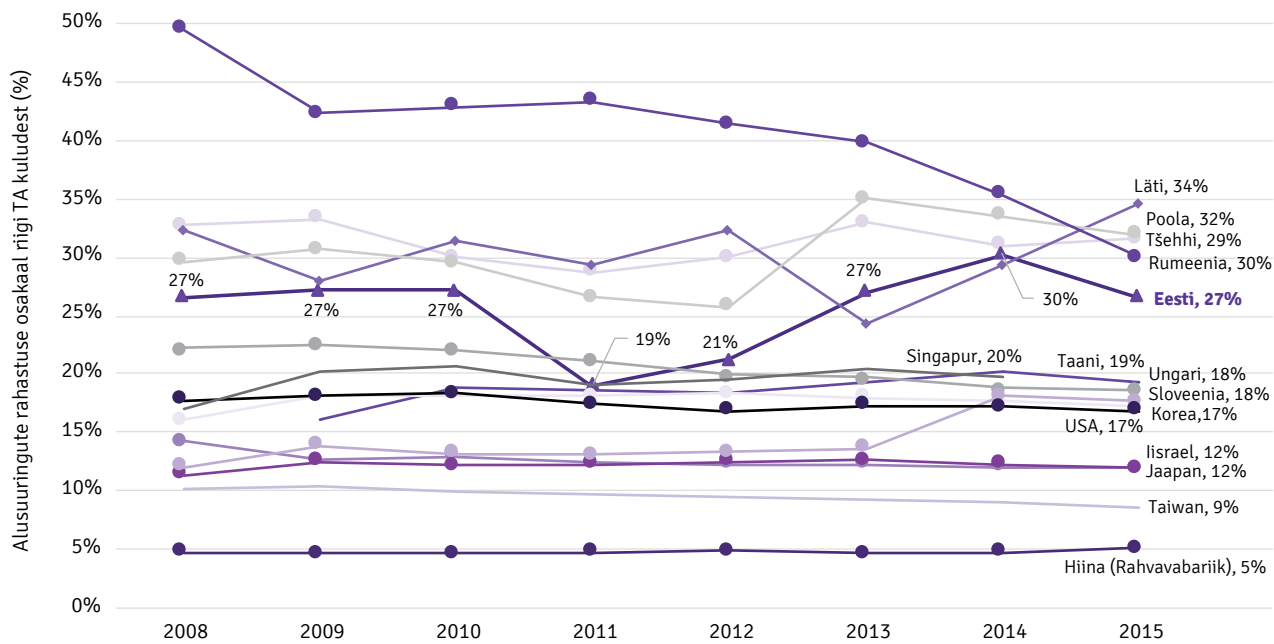
<sup>146</sup> Vt ka Sen, K. (2013). The Political Dynamics of Economic Growth. – World Development, vol. 47, pp. 71–86. doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.02.015

<sup>147</sup> Ornston, D. (2012). When small states make big leaps: Institutional innovation and high-tech competition in Western Europe. Cornell University Press.

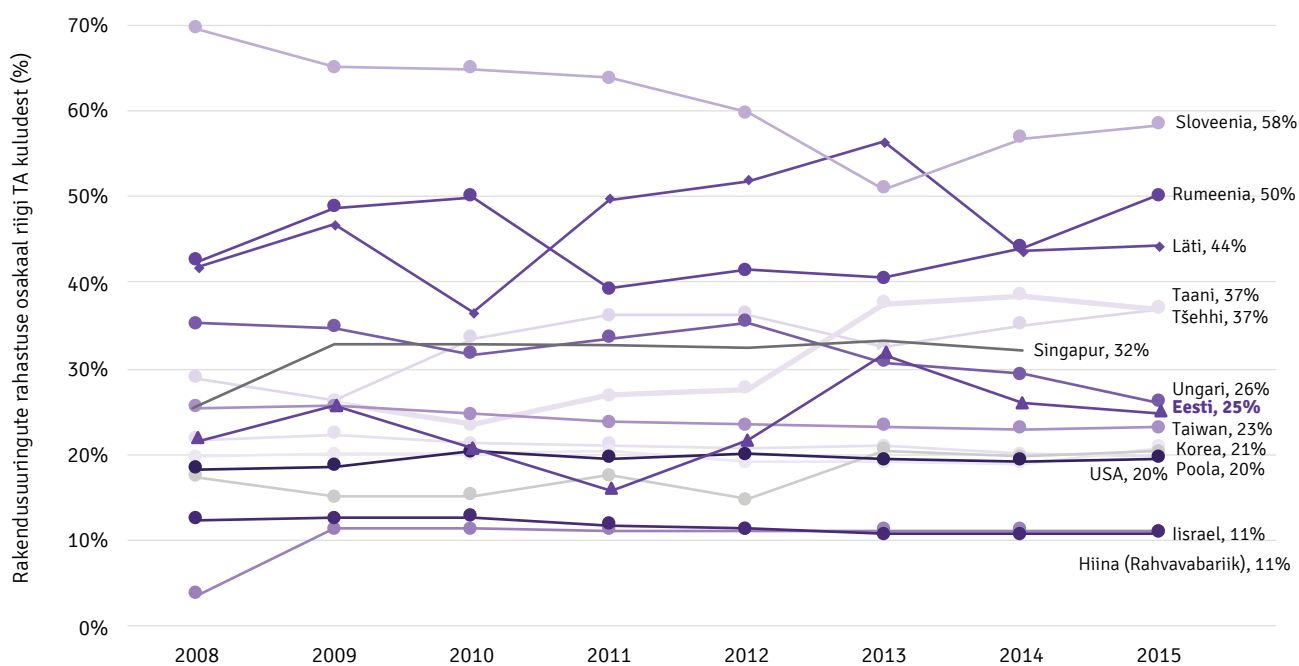
<sup>148</sup> Karo, E., Kattel, R., Raudla, R. (2017). Searching for Exits from the Great Recession: Coordination of Fiscal Consolidation and Growth Enhancing Innovation Policies in Central and Eastern Europe. – Europe-Asia Studies, 69(7), pp. 1009–1026.



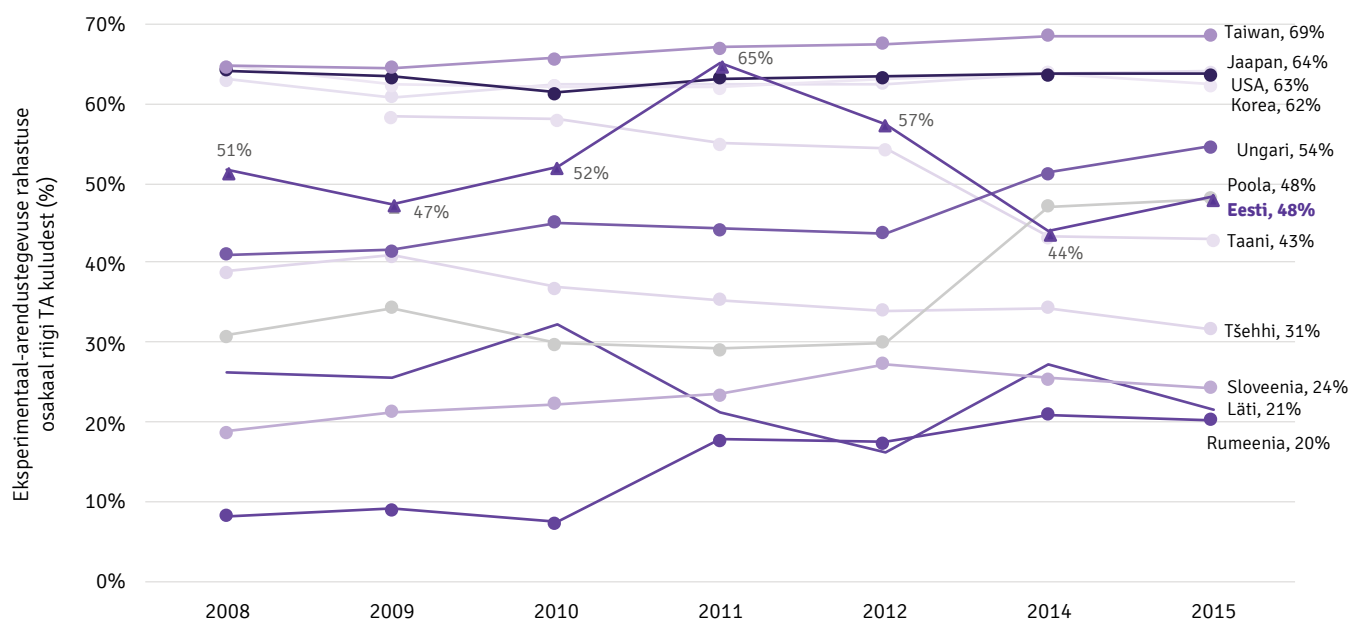




**Joonis 4.2a.** Alusuuringutele tehtud kulutuste osakaal riigi TA rahastusest 2008–2015 (%)



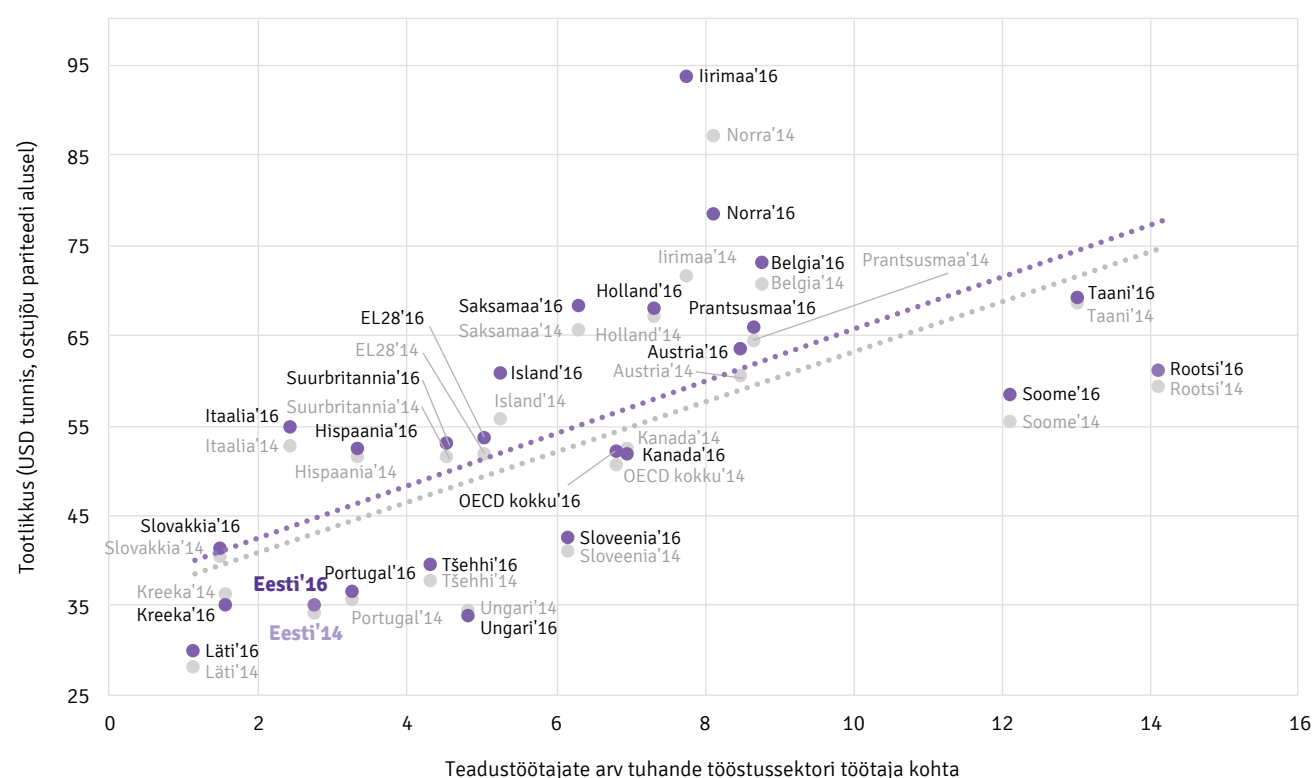
**Joonis 4.2b.** Rakendusuuringuks tehtud kulutused riigi TA rahastusest 2008–2015 (%)



**Joonis 4.2c.** Eksperimentaal-arendustegevusele tehtud kulutused TA rahastusest 2008–2015 (%)

**Joonis 4.2.** TA kulude jagunemine teadus- ja arendustegevuse liigi järgi riikide kaupa 2008–2015: a) alusuuringud, b) rakendus- uuringud ja c) katse- ja arendustööd

Allikas: OECD,<sup>152</sup> ETAGi arvutused.



**Joonis 4.3.** Tootlikkus (USD tunnis, ostujõu pariteedi alusel) vs. teadustöötajate arv tuhande tööstussektori töötaja kohta 2016. aastal (või viimasel olemasoleval aastal)

Allikas: OECD.<sup>153,154</sup>

<sup>152</sup> OECD. Research and Development Statistics. [oe.cd/rds](http://oe.cd/rds) (22.10.2018).

<sup>153</sup> OECD. OECD Productivity Database. <http://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/> (22.10.2018).

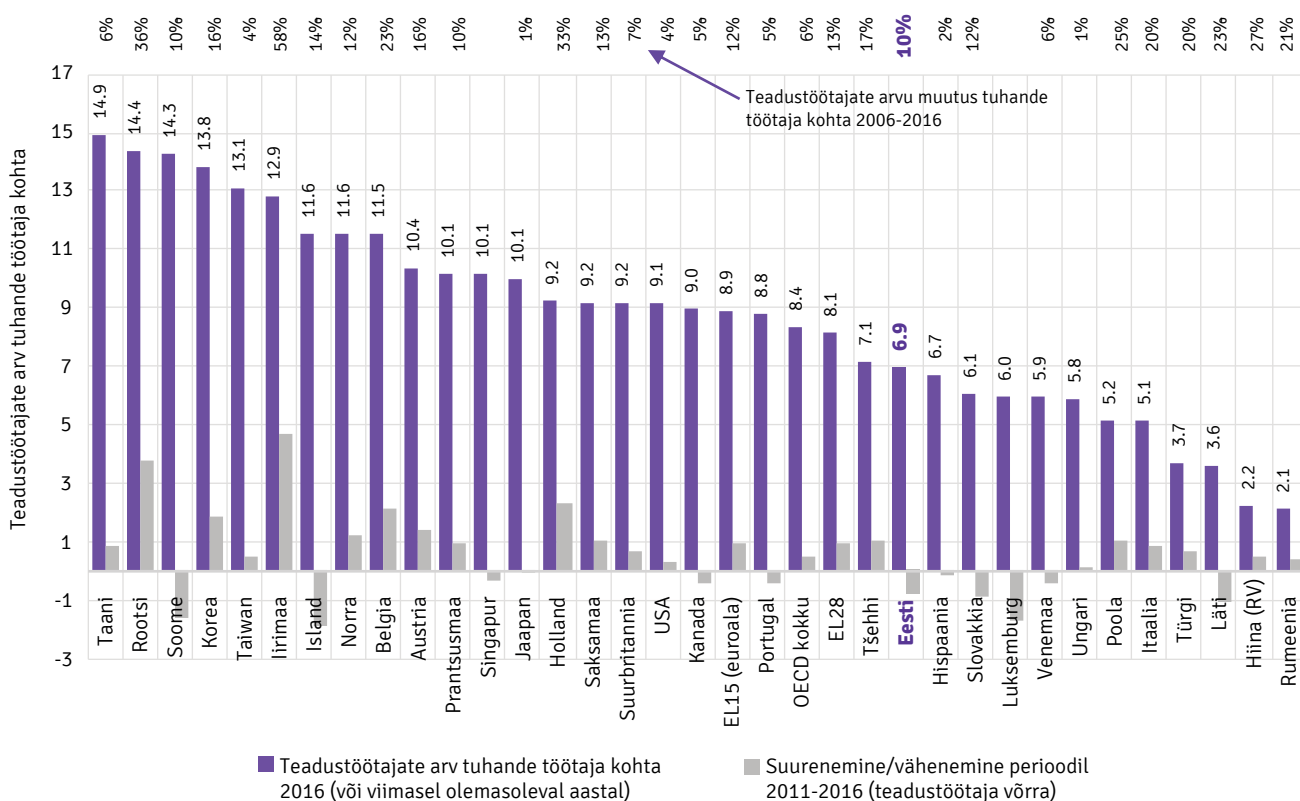
<sup>154</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (22.10.2018).

## Teadustulemuste pööramine tootlikkuseks

Lisaks piisavatele avaliku ja erasektori strateegilistele investeringutele eeldavad ülikoolide ja ettevõtete koostöös tehtavad rakendusüriingud piisavaid ettevõtete TA baasvõimekusi, millest on keske tähtsusega teadustöötajate olemasolu ja ettevõtete valmisolek neid värvata. Kui ettevõttes puudub sisulise TA kogemusega personal, ei ole ka tõenäoline, et selle strateegilise arengu keskmesse tekib pikaajalise vaatega TA tegevus. 2016. aastal töid Varblane ja Ukrainski välja, et eriti tööstussektoris oleme nii töötajate arvu kui tootlikkuse poolest samal tasemel Türgi, Portugali ja Poolaga ning jääme maha nii Tšehhi kui Sloveenia tasemest, rääkimata Skandinaaviamaadest. Kahe aasta jooksul (joonised 4.3, 4.4 ja 4.5) ei ole Eesti jaoks siin olulisi muutusi toimunud – nii teadustöötajate arvu kui tootlikkuse kasv on olnud pea olematu. Samas mitmetes meile eeskujuks olevates riikides, mille TA baasrahastamine ning TA töötajate tase on kordades suuremad, näeme siiski tootlikkuse kasvu.

Siinjuures on eriti muret tekitav see, et ettevõtete sees on oluliseks väljakutseks saanud mitte lihtsalt kõrgelt kvalifitseeritud teadustöötajate värbamine, vaid pigem nende hoidmine ja

TA võimekuste stabiilsuse tagamine: alates 2011. aastast on langusesse pööranud teadustöötajate arv 1000 töötaja kohta nii riigis üldiselt (joonis 4.4) kui ka töötleva tööstuse sektoris (joonis 4.5). 2011-2015 langes doktorikraadiga teadustöötajate arv ettevõtlussektoris tervikuna, aga ka töötlevas tööstuses ning info ja side valdkonnas (joonis 4.6). Doktorikraadiga TA töötajate arvu mõnetine kasv 2016.–2017. aastal (nii töötlevas tööstuses kui IKTs) langeb olulisel määral ka kokku erinevate nutika spetsialiseerumise TA meetmete avanemise ja raha liikumisega ettevõtetesse. Siinkohal tuleb silmas pidada, et doktorikraadiga lõpetajate arv ei ole langenud ning lisaks valitseb tööjõuturul üldiselt pigem tööjõupuudus kui ülepakkumine. Lisaks TA investeeringute määra langusele viitavad need negatiivsed trendid sisuliselt Eesti TA süsteemi struktuursele kriisile. Mida vähem on ettevõtetes teadustöötajaid, seda raskem on ettevõtetel ja ülikoolidel leida ühist keelt ja arusaama sellest, millest ettevõtete ja ülikoolide koostööpotentsiaal võiks seisneda ning millised võiksid olla ühised tulevikku vaatavad arendustegevused. Nii TA investeeringute kui TA-ga seotud töötajate langustrendi taga on tihti struktuursed põhjused (kas ettevõtetes endist või ülikoolide pakkumise poolel) ja nende ümberpööramine võib osutuda keerukaks ja pikaajaliseks katsumuseks.

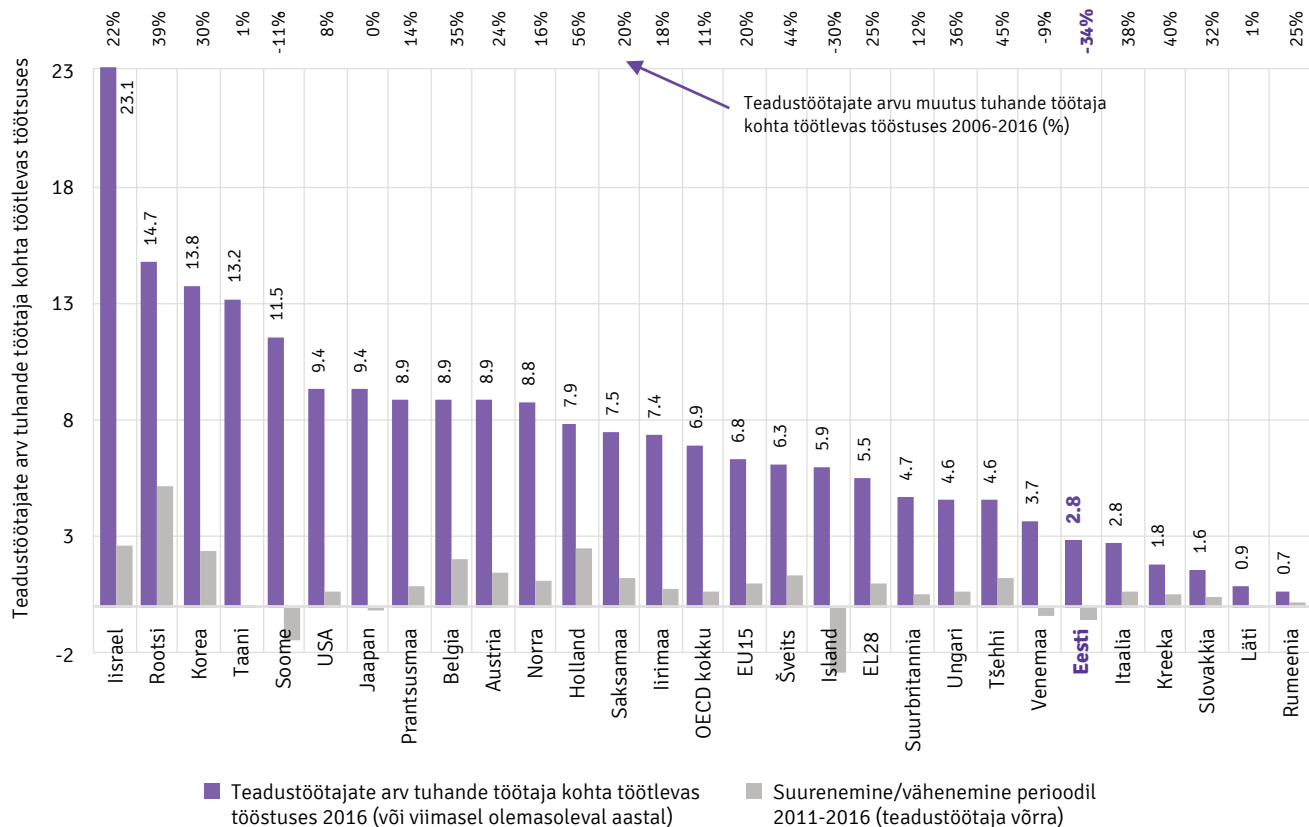


**Joonis 4.4.** Teadustöötajate arv tuhande töötaja kohta 2016 ja selle muutus perioodil 2006–2016

Allikas: OECD,<sup>155</sup> ETAg arvutused.

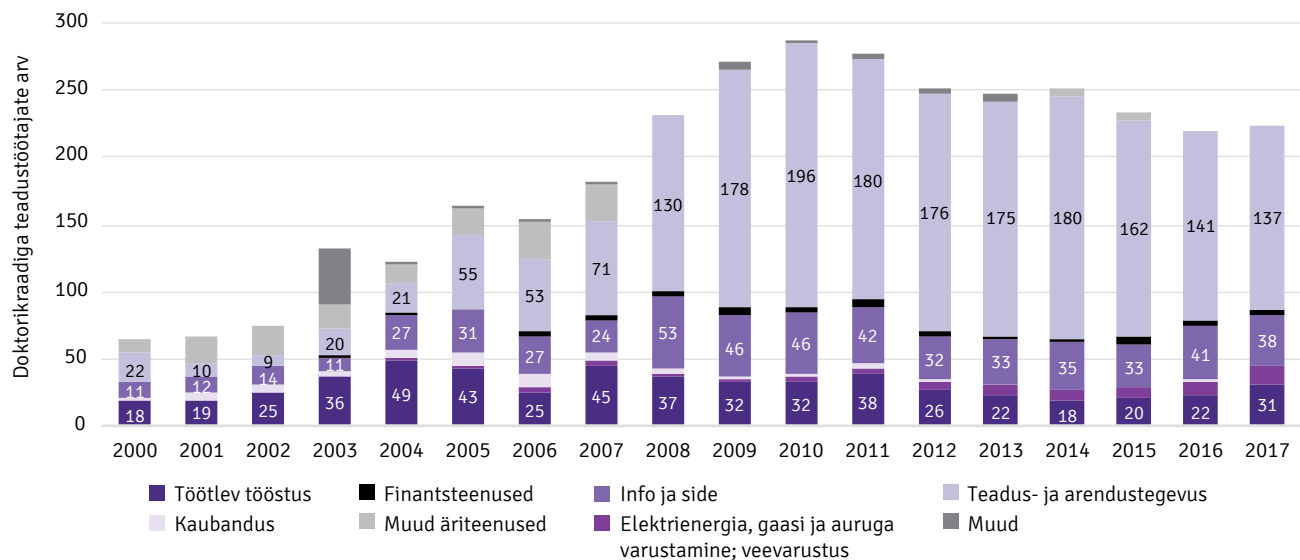
<sup>155</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (23.10.2018).





**Joonis 4.5.** Teadustöötajaid tuhande töötaja kohta töötlevas tööstuses 2016 ja muutus perioodil 2006 – 2016

Allikas: OECD,<sup>156</sup> ETAgi arvutused.



**Joonis 4.6.** Doktorikraadiga teadustöötajaid Eesti ettevõtlussektoris valdkonniti

Allikas: Statistikaamet.<sup>157</sup>

<sup>156</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (22.10.2018).

<sup>157</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (04.12.2018).

## Eesti ettevõtluse TA baas ja ettevõtete ning ülikoolide koostööpotentsiaal

TA süsteemi kriisile viitavad trendid avalduvad ühtlasi ettevõtete võrdlemisi madalas ning aastate lõikes üsna kõikuvas rakendusuuringute osakaalus (vt joonis 4.7), mida ei tasakaalusta ka riiklike rakendusliku fookusega TA asutuste olemasolu (nagu nt Koreas ja Taiwanis) ega ettevõtete silmatorkav valmisolek rahastada ülikoolides tehtavat TA tegevust. Viimase näitaja poolest (ettevõtlussektori rahastatud kulutuste protsent kõrgharidussektori TA kuludes; vt joonis 4.8) oleme küll OECD ja ELi keskmisel tasemel (ca 7%), aga meie riigi suurust arvesse võttes on tegemist väikeste summadega. Viimastel aastatel jaguneb erinevate ülikoolide ja TA valdkondade vahel ca 7 MEUR erasektori TA rahastust (joonis 4.9), mis suhtarvuna annab küll välja OECD ja ELi keskmise, kuid TA projektide tegelikke mahte ja kulusid arvesse võttes on tegemist ikkagi üksikute ettevõtete (sh olulisel määral riigiettevõtetel nagu Eesti Energia jt) koostööprojektidega üksikutes valdkondades. Nimetatud summa moodustab mõne väikeettevõtte aastakäibe.

Oluline on siinkohal meeles pidada, et peatükis kajastatud statistikasse ei ole veel jõudnud Eesti Teadusagentuuri eestvedamisel ellu viidava nutika spetsialiseerumise rakendusuuringute programmi (NUTIKAS) raames rahastatavad tootearenduse ja rakendusuuringute projektid (perioodil 2014–2020 kokku ca 26 MEUR riigi rahastust, mida ettevõtetel peavad kaasrahastama). Kuna esimesed uuringud algasid alles mõned aastad tagasi, siis praegu ei ole veel võimalik hinnata ei projektide edukust ega laiemat mõju.<sup>158</sup> Tegemist on esimese olulise katsega suunata (läbi kaasrahastamise) IKT, biotehnoloogia ja erinevaid loodusressursse (toidust ja puidust põlevkivini) kasutavaid ettevõtteid tellima ja kaasrahastama rakendusuuringuid TA asutustest.<sup>159</sup>

Vähem formaalset TA koostööd võib ka pidada üheks oluliseks põhjuseks, miks avalikkuses on tekkinud laiem arusaam, et Eesti ülikoolide TA tegevus ei vasta ühiskonna ootustele – reaalseid TA koostöökogemusi on pigem üksikute ettevõtete. Samas viitab ettevõtete teadustöötajate arv ning TA investeeringute maht ja struktuur, et kõige suurema potentsiaaliga koostööst (rakendusuuringute vallas) on huvitatud pigem vähesed ettevõtted. Siinkohal tasub ka meeles pidada, et üsna oluline osa tänastest ettevõtete TA investeeringutest oli vahepeal osaliselt riigi rahastatud – Eesti avalik sektor rahastas kuni 2015. aastani ca 10% ettevõtluse TA kuludest, mis on üle OECD ja EL28 keskmise,<sup>160</sup> kuid viimastel aastatel on ka siin riigi roll oluliselt

vähenenud, eriti kuna Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium ja Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus on sulgenud mitmeid TA toetamise meetmeid.

Sarnaselt muule maailmale on ka Eesti erasektori TA investeeringud väga kontsentreeritud: Eestis teevad, või pigem raporteerivad Statistikaametile, viimastel aastatel veidi rohkem kui 30 ettevõtet 75% erasektori TA investeeringutest. Suurem osa ettevõtete sisemistest ja välistest TA investeeringutest raporteerivad info ja side ala (45%) ning töötleva tööstuse ettevõtted (21.5%). Nendes tegevusalades kontsentreerub TA (raporteerimine) isegi rohkem kui üle sektorite tervikuna: 6–7 IKT ettevõtet teeb 75% IT sektori TA investeeringutest ning ca 15 ettevõtet teeb 75% tööstussektori TA investeeringutest.<sup>161</sup> Kui riigi TA ja innovatsioonivõimekuste arendamisel on selline kontsentratsioon oluline riskikoht – ühe ettevõtte strateegilised otsused (nt kolida Eestist ära) võivad mõjutada oluliselt TA investeeringute pilti Eestis – siis TA ja innovatsioonipoliitika strateegiliste muutuste elluviimiseks peaks olema võrdlemisi lihtne regulaarselt kohtuda nimetatud 30 ettevõtte juhtide ja mõne üksiku tegevusala esindajaga, et mõista laiemaid trende Eesti majanduses ning leida viise tänaste TA poliitikate parendamiseks.

Lisaks on hiljutised ülikoolide ja ettevõtete koostöökogemuse juhtumiuuringud näidanud, et edukad tehnoloogiaarendusele keskenduvad koostööprojektid ei järgi klassikalisi „kes maksab, see tellib muusika“ stiilis lihtsaid hanke- ja tellimuslepingute mustreid, vaid vajavad pikaajalisemat vastastikust isiklikel suhetel põhinevat usaldust ja kannatlikkust. Sellise koostöö tulemused ei avaldu tihti ka algselt planeeritud toodetes ja lahendustes, vaid on hoopis mitmekesisemad ning põhinevad tihti pehmematel inimeste vahelistel teadmiste ülekandumisel, inimeste liikumisel ülikoolide ja ettevõtete vahel jne.<sup>162</sup> Teisisõnu pole tegemist mitte formaalse lepingulise koostööga, vaid sisulise strateegilise partnerlusega, mis põhineb usaldusel ja ühisel riskide võtmisel ja pikal vaatel TA investeeringutele. Ülikoolide ja ettevõtete koostöö peaks rajanema just erasektori TA riskide maandamisel (mitte arendustegevuse kulude kokkuhoiul). See aga omakorda tähendab, et pikaajalist TA-põhist ülikoolide ja ettevõtete koostööd saavad ennekõike vedada mitte VKE-d, vaid ennekõike suuremad ettevõtted, millel on piisav baas pikaajalisteks investeeringuteks ja riskide võtmiseks, ning kriitilise massiga koostööplatvormid (klastrid, liidud, TA konsortsiumid). Ülalmainitud „tööstuslik tehnoloogiapoliitika“ oli 1970. ja 1980. aastatel just see etapp, mil nii Aasias (nt Jaapani

<sup>158</sup> Vaata lisaks NUTIKAS programmi kohta rohkem Eesti Teadusagentuuri kodulehelt: <http://www.etag.ee/rahastamine/rakendusuuringute-toetused/nutikas/>. Meetmest rahastatud projektide ülevaade on kättesaadav Archimedesi kodulehel: <http://archimedes.ee/str/toetuse-edenemine/periood-2014-2020/projektid/nutika-spetsialiseerumise-rakendusuuringud/> (24.10.2018).

<sup>159</sup> Siim Espenberg, Kaidi Nõmmela, Erkki Karo, Egert Juuse, Kadri Lees, Veiko Sepp, Sille Vahaste-Pruul, Uku Varblane, Jari Romanainen (2018). Kasvualade edenemise uuring: lõpparuanne. Tartu Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Technopolis OÜ.

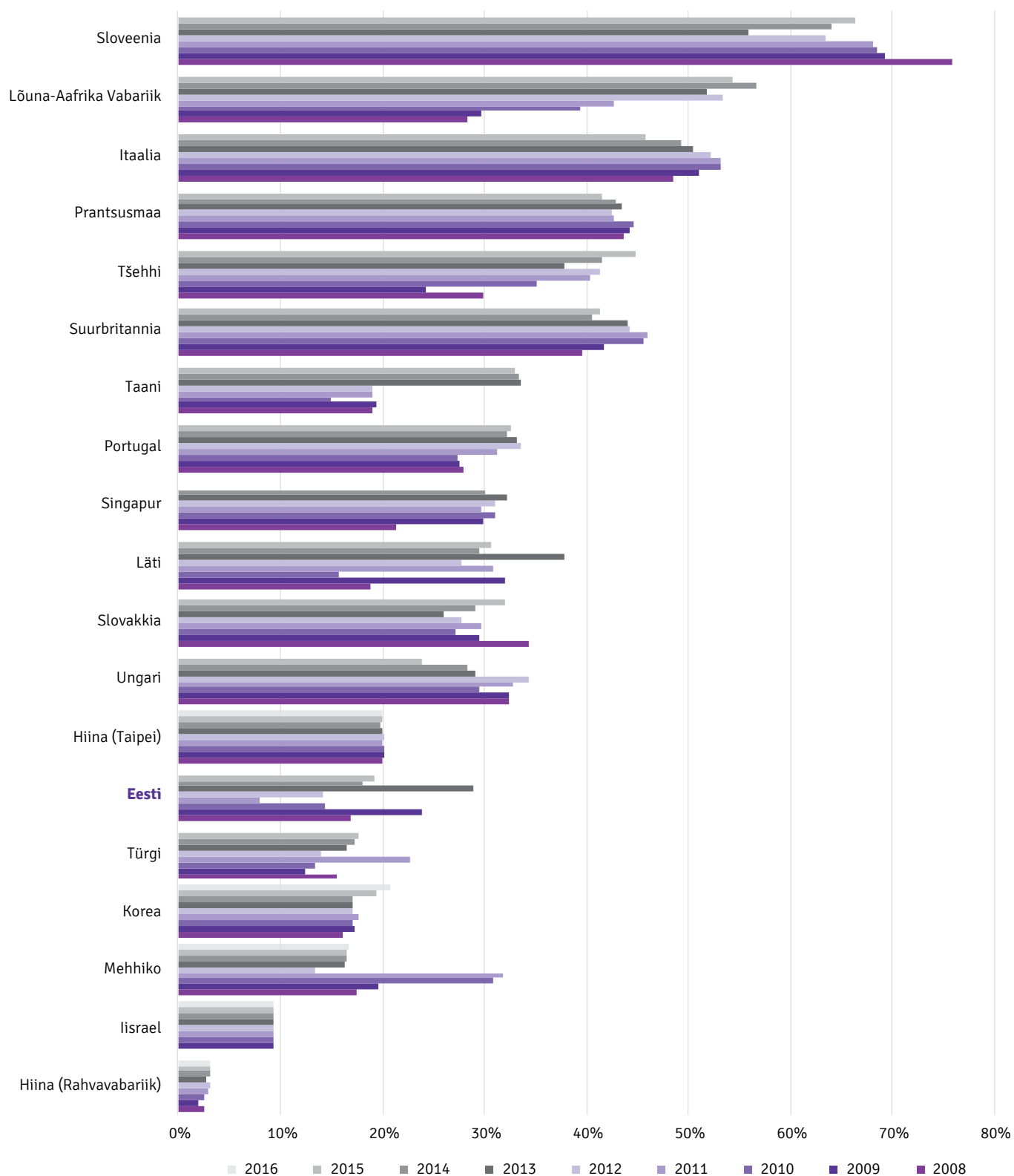
<sup>160</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (24.10.2018).

<sup>161</sup> Info Statistikaametilt.

<sup>162</sup> Vaata näiteks: Lember, V., Ukrainski, K., Mäekivi, R., Hirv, T., Lukason, O., Kärg, M. (2018). Euroopa Liidu töukefondide perioodi 2007–2013 vahenditest rahastatud valdkondlike teadus- ja arendustegevuse programmide lõpphindamine. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool ja Tartu Ülikool. <http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/04/EL-toukefondid-2007-13.pdf> (24.10.2018) ning Lember, V., Karo, E., Kirs, M., Tõnurist, P., Valdmaa, K., Mäekivi, R., Hanson, R. (2015). Eesti teadussüsteemi ja majanduse seosed: juhtumianalüüsid avaliku ja erasektori nõudlusele vastamisest. Teadus- ja innovatsioonipoliitika seire programmi TIPS uuringu 5.2 raport. <http://tips.ut.ee/index.php?module=32&op=1&id=3701> (24.10.2018).

VLSI projekt), Euroopas (nt ESPRIT projekt EL tasemel) kui ka USA-s (nt SEMATECH konsortsium) püüti selliseid tööstuse-üle-seid koostööplatvorme – ennekõike TA konsortsiumi – teadlikult

arendada pea kõikides kõrgtehnoloogilistest sektoritest ja millest on nt tänaseks Euroopas välja kasvanud erinevad EL-i raamprog-rammi kaasrahastatud partnerluste meetmed.

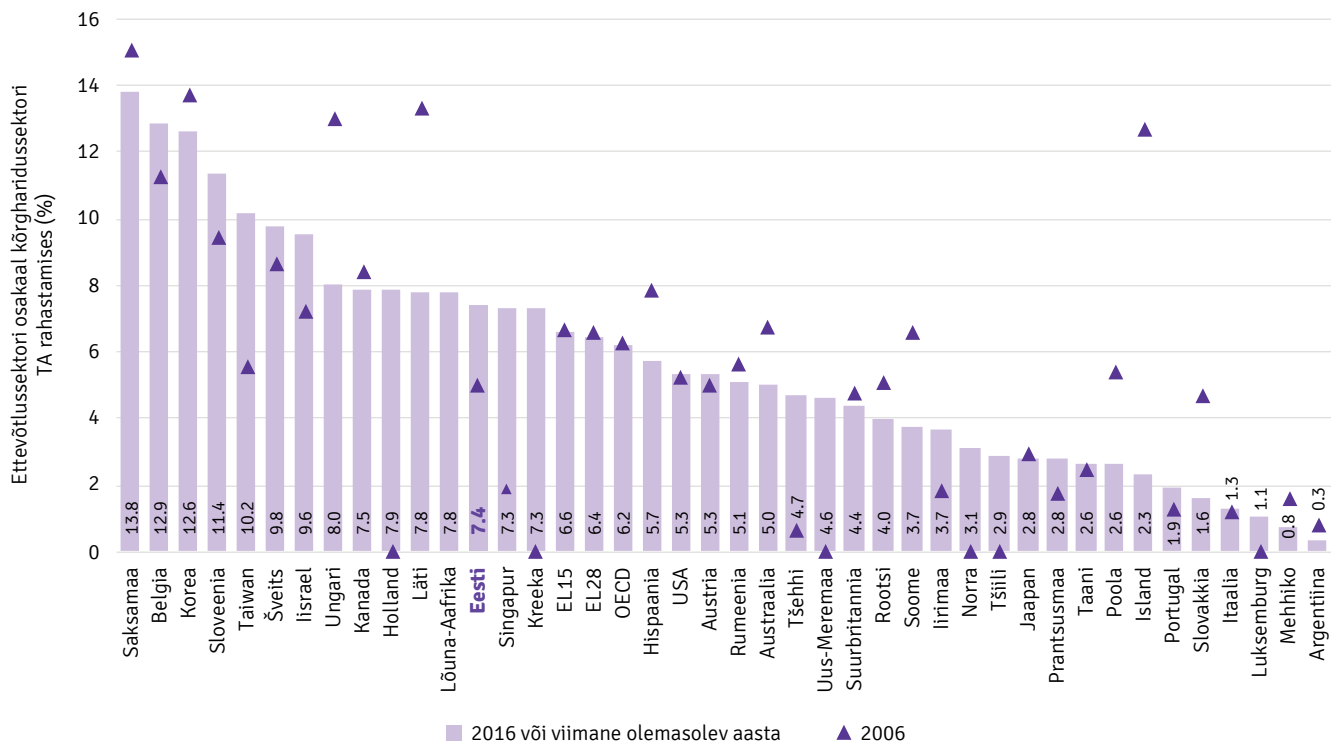


**Joonis 4.7.** Erasektori rakendusuuringutele tehtud TA kulude osakaalu dünaamika aastatel 2008–2016

Allikas: OECD.<sup>163</sup>

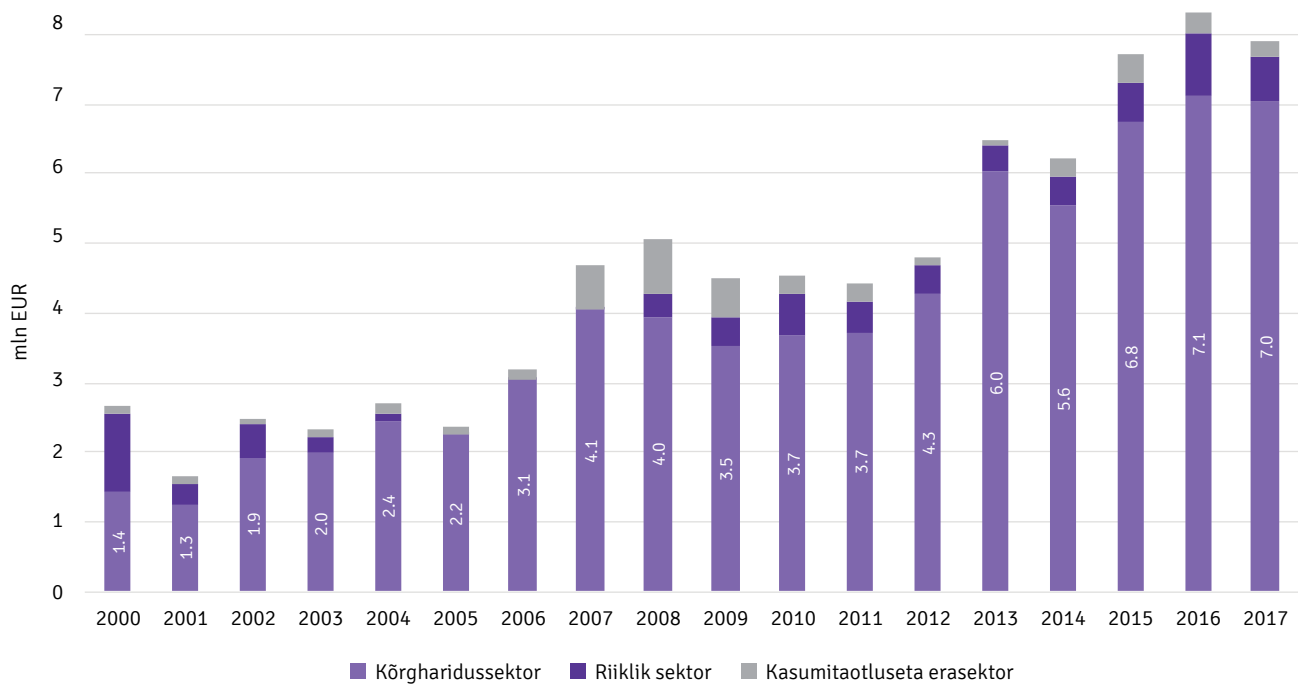
<sup>163</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (22.10.2018).





**Joonis 4.8.** Ettevõtlussektori osatähtsus riigi kõrgharidussektori teadus- ja arendustegevuse rahastamisel (protsent kõrgharidussektori TA kulutustest)

Allikas: OECD.<sup>164</sup>

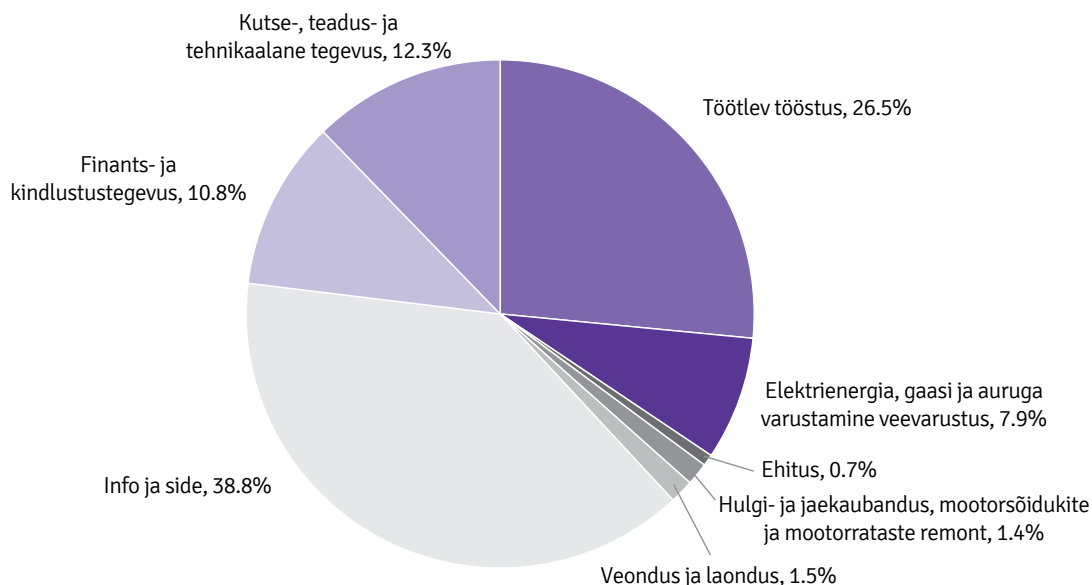


**Joonis 4.9.** Ettevõtlussektori finantseeritud TA kulutused kasumitaotluseta sektorites (mln EUR) 2000–2017

Allikas: Statistikaamet.<sup>165</sup>

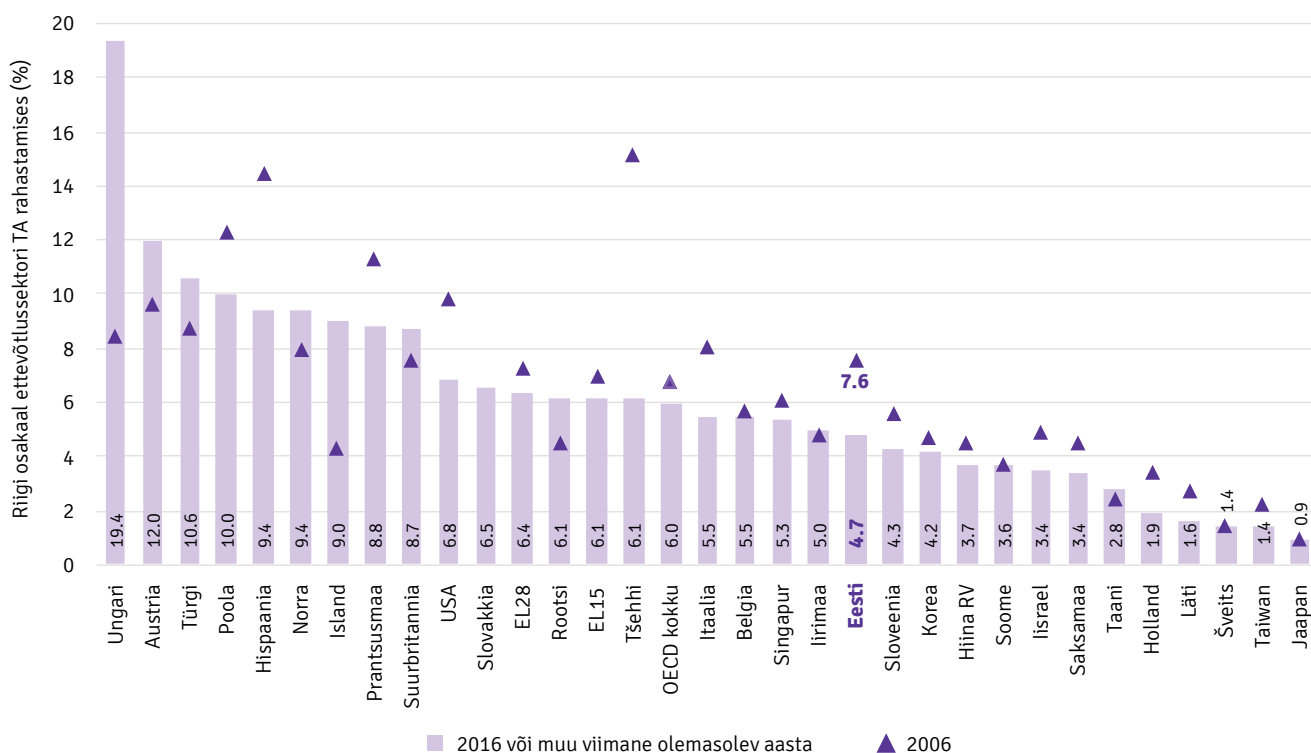
<sup>164</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (22.10.2018).

<sup>165</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (23.10.2018).



**Joonis 4.10.** Eesti ettevõtete TA kulutuste osakaal tegevusalade kaupa (ettevõttesisesed ja -välised TA kulutused kokku) 2017. aastal

Allikas: Statistikaamet.<sup>166</sup>



**Joonis 4.11.** Riigi osakaal ettevõtlussektori TA rahastamises (%) 2017 (või muu viimane olemasolev aasta)

Allikas: OECD.<sup>167</sup>

<sup>166</sup> Statistikaamet. www.stat.ee (04.12.2018).

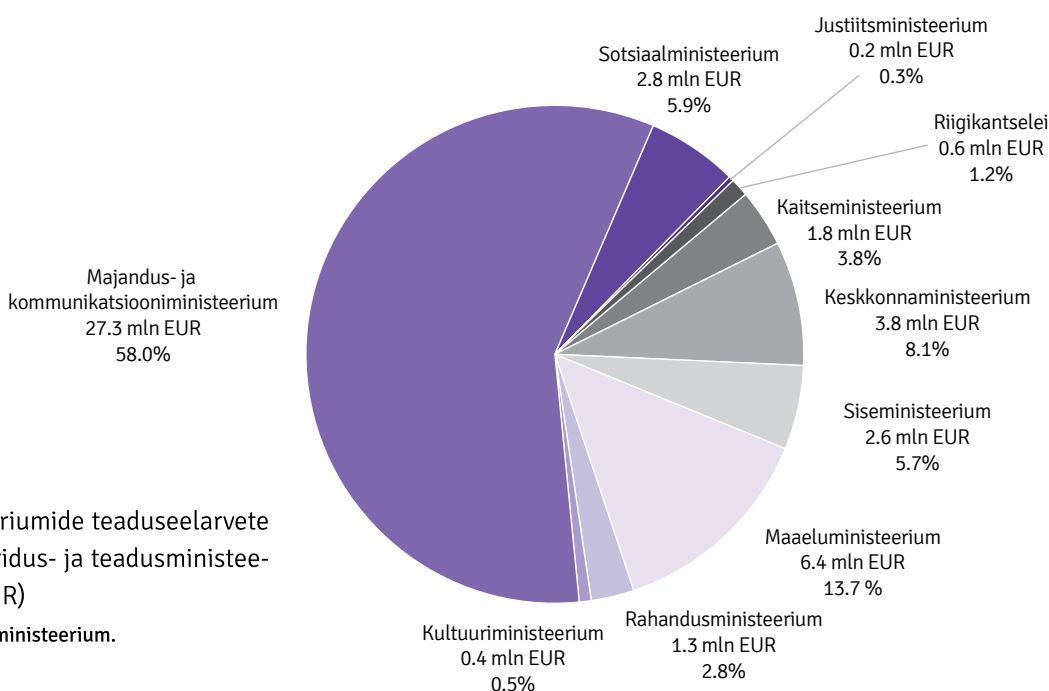
<sup>167</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. www.oecd.org/sti/msti.htm (24.10.2018).

## Avaliku sektori ja teadussektori koostöö ning selle potentsiaal

Eelmises alapeatükis viidatud ülikoolide ja ettevõtete juhtumiuuringutest avaldub ka tõsiasi, et paljudes valdkondades (IKTst kuni meditsiinini) on riigiasutused olnud väga oluline koostööpartner Eesti TA asutustele ning uute lahenduste ja tehnoloogiate esimesed rakendajad. Nii kaitse-, sise-, maaelu- kui ka keskkonnaministeeriumil on üsna märkimisväärsed (võrreldavad suurettevõtetega) TA eelarved ja strateegiad (joonis 4.12) ning pikaajalised koostöösuhted konkreetsete teadusgruppide ja teadlastega. Lisaks, kui 2016. aasta seisuga oli Eestis kokku

rahastamise ja poliitikate loogikas – avalik sektor püüab üha rohkem sõnastada konkreetseid probleemkohti, mida TA asutused peaksid püüdma lahendada läbi rakenduslikuma fookusega interdistsiplinaarsete uuringute ja arenduste.

Nendest initsiatiividest peaks olema laiem oluline muutus TA rolli mõistmisel ühiskonnas ja avalikus poliitikas: TA ja innovatsiooni (toetamine) ei ole ainult ja peamiselt (teadus-)poliitika eesmärk, vaid TA peaks olema kõikide avalike poliitikate üks suurima võimaliku mõjuga vahend. Eriti ajastul, mil räägime valdkondadeülestest ja nurjatutest (wicked) poliitikaprobleemidest, millele pole põhimõtteliselt olemas lahendusi, mida



**Joonis 4.12.** Ministeeriumide teaduseelarvete jagunemine (ilma Haridus- ja teadusministeeriumita) 2017 (mln EUR)

Allikas: Haridus- ja teadusministeerium.

8329 doktorikraadiga inimest, siis TAga oli neist hõivatud 3125, sh riiklikus sektoris on TAga hõivatud 268 doktorikraadiga inimest (meeldetuletuseks, et erasektoris on statistika alusel ca 220 doktorikraadiga TA töötajat).<sup>168</sup> Siiani ei ole piisavalt arvesse võetud avaliku sektori asutuste rolli ülikoolides välja töötatud TA lahenduste kasutamisel/rakendamisel ning ülikoolide ja avaliku sektori koostööd TA ühiskondlike mõjususe debattides.

Kuigi andmed (joonis 4.13) viitavad, et suurem osa Eesti avaliku sektori TA eelarvest jagatakse välja ilma formaalse ja selge etteantud probleemipüstituseta („üldine teadmiste arendamine“), siis viimastel aastatel on just haridus- ja teadusministeeriumi eestvedamisel püütud üha rohkem suurendada konkreetsete ministeeriumite praktiliste probleemide lahendamist läbi RITA programmi strateegilise TA tegevuse toetamise meetme (kokku 2014–2020 perioodil ca 28 MEUR) ning erinevates ministeeriumites teadusnõunike ametikohtade kaasrahastamise.<sup>169</sup> Ka nende meetmete tegelikku mõju saab hinnata alles mõne aasta pärast, kuid meetmed ise kannavad endas olulist muutust TA

osta vähempakkumisega riigihanke abil. Ei tohi unustada, et nt USAs on sealse teadusagentuuri (NSF) eelarve kõigest ca 5% kogu föderaalset TA eelarvest – Eesti Teadusagentuuri eelarve moodustab ca 19%<sup>170</sup> Eesti riiklikust TA rahastamisest – ning ülejäänud avaliku sektori TA investeeringud saavad oma suuna, ootused ja rahastuse erinevatelt ministeeriumitelt ja asutustelt (ca 50% sellest on USAs kaitseministeerium ja selle valitsemisala). Samas on siin oluline vältida läbi avaliku sektori kui targa tellija aktiivse osaluse ja kontrolli eelmise struktuurivahendite perioodi riiklike TA programmide kogemust, kus oluliste edulugude kõrval esines olulisel määral ka seda, et konkreetsete prioriteetide ja probleemidega tegelemise asemel kasutasid teadlased neid programme oma põhitegevuse ja seniste uurimissuundade rahastamiseks.<sup>171</sup>

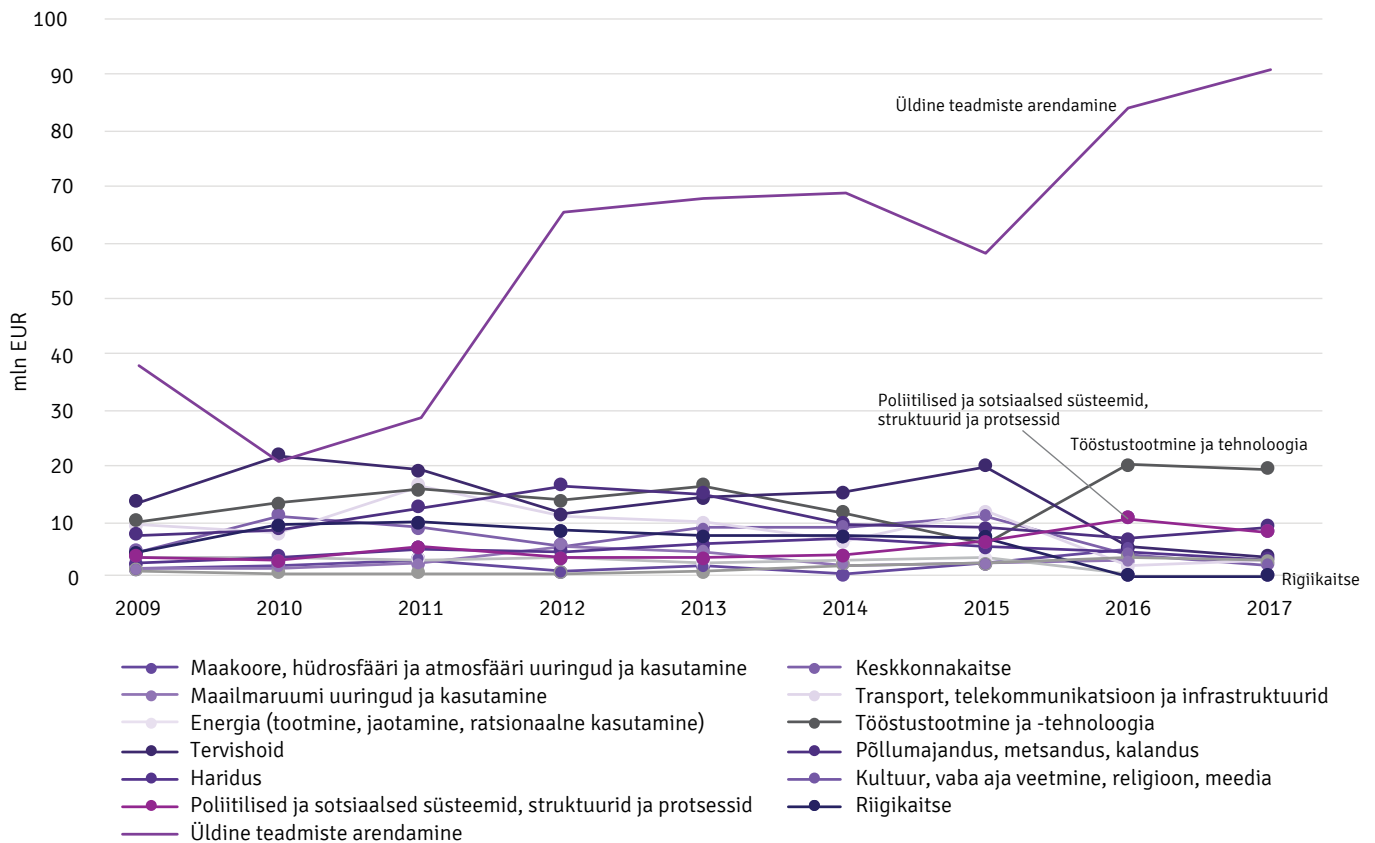
<sup>170</sup> Tulemus on leitud Eesti Teadusagentuuri 2017. aasta eelarve kogusumma (<https://www.etag.ee/teadusagentuur/avalik-teave/eelarved/2017-aasta-eelarve/>) ning Statistikaameti ([www.stat.ee](http://www.stat.ee)) tabelist TD052 rea teadus- ja arendustegevuse kulutuste rahastamine riigi- ja kohalikust eelarvest (2017) põhjal. (06.11.2018).

<sup>171</sup> Vaata lisaks: Lember, V., Ukrainski, K., Mäekivi, R., Hirv, T., Lukason, O., Kärge, M. (2018). Euroopa Liidu tõukefondide perioodi 2007–2013 vahenditest rahastatud valdkondlike teadus- ja arendustegevuse programmide lõpphindamine. Tallinna Tehnikaülikool ja Tartu Ülikool. <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2018/04/EL-tõukefondid-2007-13.pdf> (06.12.2018).

<sup>168</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (24.10.2018).

<sup>169</sup> Vaata täpsemalt: RITA. Eesti Teadusagentuur. <http://www.etag.ee/rahastamine/programmid/rita/> (06.12.2018).





**Joonis 4.13.** TA rahastamine riigieelarvest sotsiaal-majanduslike eesmärkide järgi 2009–2017 (mln EUR) (kuni 2015. aastani [k.a] on andmed hinnangulised)

Allikas: OECD<sup>172</sup> ja Statistikaamet.<sup>173</sup>

## Riigi roll uute sektoriüleste koostöökokkulepete sõlmimisel

Pigem vähenevate või stagneeruvate avaliku ja erasektori TA investeeringute ning teadustöötajate arvude kontekstis peaksime loobuma eeldusest, et TA mõjusust ja ühiskondlikku legitiimsust aitab meil suurendada senine lähenemine TA strateegiatele: mõõdame TA investeeringute mahtu ja jagame otsetoetusi ning kui eelmised strateegiad ja meetmed ei tööta, siis teeme keerulisemaid. Täna peaks olema selge, et meil on vajadus uute sektoriüleste kokkulepete järele, mis annavad TA investeeringutele uue loogika ja legitiimsuse.

Muidu jätkame Eestis viimased 10 aastat või isegi rohkem toimunud surnud ringiga – teadlaskonna surve najal suurendavad poliitikud ühekordse otsusena investeeringuid TA-sse, et heal juhul tagada TA investeeringute väike kasv (suhtena SKP-sse) või hoopis vältida SKP kasvuga kaasneva TA investeeringute osakaalu langust. Kuigi ka sellised otsused on vajalikud, lahendavad need TA rahastamise probleemi ainult järgmise korrani, kui statistikas avaldub SKP kasv ja sellega kaasnev TA investeeringute osakaalu langus.

Lisaks peaksime tunnustama, et üsna sarnasest loogikast lähtunud Teadmispõhise Eesti strateegiad, millesse on sisse jäänud nii majanduse buumi kui sügava kriisi tsüklid, ei muutunud oluliselt ei ülikoolide ega ettevõtete TA struktuuris ega strateegiaid. Edukad ettevõtted arenevad TA poliitikatest sõltumatult ja edukad teadusgrupid toimetavad rahvusvahelistes teadusvõrgustikes.

Võiks isegi väita, et Eesti tänane TA poliitika ja rahastamise probleem on üsna sarnane Maailmapanga tuvastatud arenguriikide „innovatsiooni paradoksile“ – vaatamata sellele, et võrdlused teiste riikidega (tabel 4.1) näitavad, et Eestil võib olla oluline potentsiaal TA investeeringute ja innovatsioonipõhiseks majanduskasvuks, iseloomustab meie innovatsioonisüsteemi ettevõtete madal TA ja innovatsiooniinvesteeringute määr ja piiratud avaliku sektori võimekus investeeringuid olulisel määral stimuleerida. Maailmapanga teadlaste hinnangul on paradoksi üks peamine põhjus vähene füüsilise ja inimkapitali komplementsaarsus (complementarity). Toimivad ja TA rolli hindavad finantsturud (sh regulatsioonid), TA-sõbralik ärikliima (sh maksusüsteem), piisav inimkapital tagavad arenenud riikides, et ka väikesel TA investeeringute kasul on oluline mõju ning riigi

<sup>172</sup> OECD. Main Science and Technology Indicators Database. [www.oecd.org/sti/msti.htm](http://www.oecd.org/sti/msti.htm) (24.10.2018).

<sup>173</sup> Statistikaamet. [www.stat.ee](http://www.stat.ee) (29.10.2018).

roll võibki olla piiratud TA investeeringute stimuleerimisega. Vähemarenenud riikide probleem ei ole aga mitte ainult TA investeeringute kasvu stimuleerimine, vaid ka pidevad investeeringud innovatsioonisüsteemi baasvõimekustesse, millest olulisimaks on kujunemas investeeringud inimkapitali. Eesti puhul ei räägi me küll lihtsalt TA investeeringute suurendamisest ja inimkapitali arendamisest, vaid ennekõike täiendava rahastuse suunamisest rakenduslikuma fookusega TA tegevustesse nii ettevõtetes kui ka avalikus sektoris tervikuna (sh ülikoolides).

Järgmise Teadmistepõhise Eesti strateegia keskmesse tuleks tänases olukorras seada vähemalt neli sektoriülest kokkulepet.

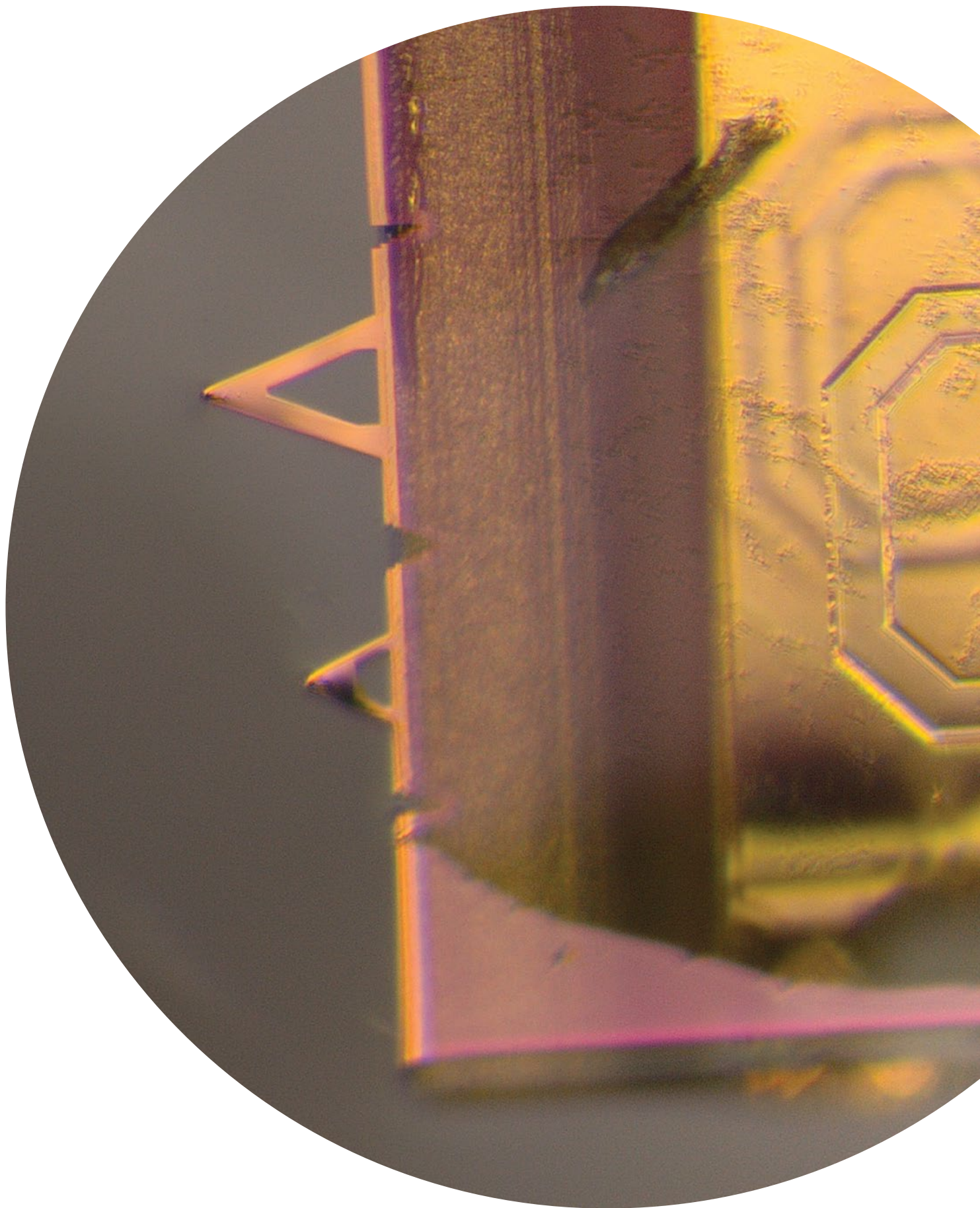
Esiteks, TA kulutuste asemel peame hakkama rääkima TA investeeringutest, muutma seeläbi TA ja innovatsioonipoliitika debattide fookust – TA ja innovatsioon ei ole eesmärgid, vaid vahendid majanduse arengu kiirendamiseks/suunamiseks ja ühiskondlike probleemide lahendamiseks – ning võtma sektori-teüleseks eesmärgiks TA investeeringute osakaalu kasvu. Kasvu raames peaks TA investeeringud ka struktuurselt muutuma ning investeeringute suurenemine peaks kasvatama rakenduslikuma fookusega TA investeeringute ja projektide osakaalu, mis eeldab nii TA strateegiate muutusi nii ettevõtetes kui ka ülikoolides ja muudes TA asutustes. Oluliseks osaks peaks siin ka saama suuremate ettevõtete strateegiline tähtsus TA poliitikas: kuigi idufirmad ja VKE-d on (eriti IT arengutest mõjutatud sektorites) väga head innovaatiliste lahenduste arendajad ja piloteerijad, siis suur osa erasektori rakendusuringutest ja tehnoloogiaarendustest toimub ka täna endiselt suuremates ettevõtetes (ja üksikutes sektorites), nende suunatud väärtusahelate ja pikemaajaliste arengusuundade kontekstis.

Teiseks, peame suurendama nii era- kui avaliku sektori TA töötajate (sh doktorikraadiga) arvu, et organisatsioonides tekiks senisest suuremad baasvõimekused TA ja ennekõike rakendusuringute korraldamiseks. Võttes arvesse EL-i abirahade vähenemist oleks siinkohal mõistlik tegeleda ka siiani Eesti TA ja innovatsioonipoliitika debattidest puuduva instrumendiga – piloteerida sotsiaalmaksu lagede ja erisuste ideid just nt doktorikraadiga või erinevate kutsetunnistustega TA-töötajate värbamisel erasektoris.

Kolmandaks, TA ja innovatsioonipoliitika ei peaks keskenduma ainult ja peamiselt üksikute ettevõtete toetamisele ning seejuures looma valdkondadeüleselt identseid sekkumisloogikaid ja meetmeid (nt nõudma igas sektoris, et ülikoolide ja ettevõtete rakendusuringuid viiakse ellu ülikoolis). Meie arenguväljakutsed eeldavad järgmise sammuna ettevõtete koostööplatvormides (TA-konsortsiumid jms) toimuvate TA initsiatiivide soodustamist ja võimendamist. Seejuures peavad avalik sektor ja riiklikud meetmed muutuma avatumaks ka TA-ga seotud riskide lubamisele ja võtmisele. Kuigi meie senised TA ja innovatsioonipoliitika on alati rõhutanud koostöö olulisust,

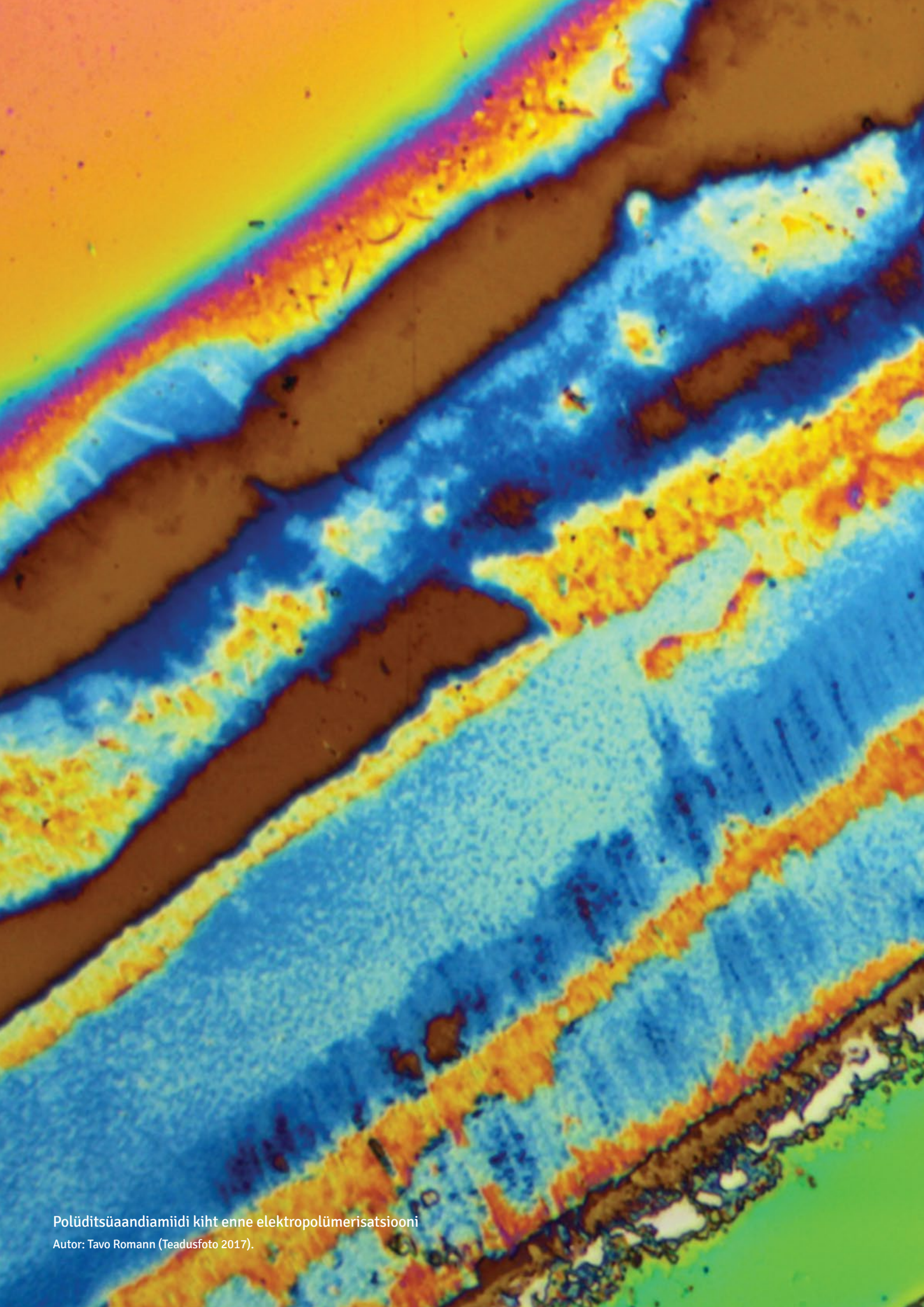
siis meetmete ja nende elluviimisel tasemel on koostöö ja koostöö asemel fookuses olnud pigem usaldamatusest tulenev kontroll ja ülereguleerimine.

Neljandaks, avaliku sektori TA investeeringud ja rahastatud TA projektid peavad muutuma kõikide poliitikavaldkondade ja ministriumite (haridusest ja tervisest kuni riigijuhtimiseni) tööriistaks nagu seda on regulatsioonid, riigihanked jms. Esimese sammuna innovaatilisema avaliku sektori ja targema tellija suunas peaksid kõik riigiasutused vähendama riigihangetele tehtavate kulutuste osakaalu (praegu moodustavad riigihanked 35% avaliku sektori kulutustest ja ca 15% SKP-st) ning suurendama selle arvelt ülikoolidelt ja ettevõtetelt tellitavat või nendega koos tehtavat arendustegevust. Avaliku sektori TA kulutuste 1%-ni SKP-st või isegi kõrgemale tõstmine ei eelda ilmingimata maksude tõstmist või raha ümberjagamist erinevate poliitikavaldkondade vahel: see eeldab mõttemallide muutust avalikus sektoris endas.



Aatomijõumikroskoopias pindade vaheliste jõudude uurimiseks kasutatakse otsik  
Autor: Kertu Liis Krigul (Teadusfoto 2017).





Polüdiitsüaandiimiidi kiht enne elektropolümerisatsiooni

Autor: Tavo Romann (Teadusfoto 2017).



## KAS EESTI NAIS- JA MEESTEADLASED VÕI EHK LIHTSALT EESTI TEADLASED?

**Anne Kahru**

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi juhtivteadur ja Eesti Teaduste Akadeemia akadeemik

### Naised ja teadus

Veel suhteliselt hiljuti oli see harjumatu kombinatsioon. Praegu enam mitte, ent keeles on erinevus endiselt sees. Naisteadlane versus teadlane (ja mitte meesteadlane), nagu ka naiskirjanik versus kirjanik. Ent teatris on naisnäitleja ja meesnäitleja – ega sa seda näitemängu ikka ainult meestega ei tee, ehkki ajalooliselt on niigi olnud. Teadust on aga suurema osa ajast tehtud naisteadlasteta ja veel küllalt hiljuti oli teadusalaste otsuste tegemine pelgalt meeste kätes (juhatused, nõukogud, komiteed). Meesteadlaste eelistamine arhetüüpsel tasemel on veel tugevalt sees paljudes otsustuskogudes (ja mitte ainult teaduse arendamise alastes), kuna seal on ülekaal vanema põlvkonna käes (mis on ka loomulik, sest kogemus on oluline). Nii on näiteks reaalteadusega tegeleva (ja miks mitte ka humanitaarsema suuna) labori juhi otsingul tüüpiline küsimus: kas teil siis ühtegi tublit meest ei ole?

Olen seda jutumaterjali endas kandnud paar-kolm kuud. Kummalisel kombel hakkab mu arvamus liikuma algselt kavandatud naisteadlaste kaitsmise, õigustamise või promomise suunalt teadlaste kui niisuguste probleemide ja röömade juurde. Kui teha mõne konkreetse labori või teadussuuna SWOT analüüs, mis on tegelikult üks huvitav peeglisel vaatamise harjutus, siis palju rööme ja muresid on meestel ja naistel ühesugused. Paraku on naiste ja meeste osakaal teaduse karjääripüramiidis siiski erinev: kui doktorantide hulgas on mehi-naisi võrdselt, siis mida ülespoole akadeemilisel karjääriredelil, seda rohkem on seal mehi. Tartu Ülikooli assistentide ja õpetajate seas oli 2016. aastal mehi 33%, lektorite ja vanemassistentide seas 39%, dotsentide seas 51% ja professorite seas 76%. Otsustuskogudes on ülekaal endiselt meeste käes ning mitte ainult tehnilistel aladel. Prof Rainer Kattel juhtis selle aasta alguses tähelepanu, et valitsust nõustava Teadus- ja Arendusnõukogu (TAN) 12 liikme hulgas on vaid 2 naist ja pidas vajalikuks sookvootide kehtestamist otsustuskogu moodustamisel.<sup>174</sup>

Seega – mis on need erilised momendid, mis naisteadlaste tööd ja karjääri rohkem takistavad kui samas vanuses meesteadlastel? Kindlasti laste sünd ja kasvatamine. Ehkki muutused Eesti ühiskonnas on silmnähtavad: veel kümme aastat tagasi polnud noort isa, laps süles või rihmadega kõhul, tänavapildis pea üldse näha, on see nüüd suhteliselt tavaline ja vägagi noobel vaatepilt. Siiski on lisaks lapseootusele ja sünnitamisele ning imetamisele, mis ongi ainult naiste rөөm ja mure, ka nürimad kodutööd ja hilisem lastega tegelemine suuresti naistele delegeeritud. See kehtib kindlasti keskmise ja vanema põlvkonna teadlaste kohta. Kui lapsi on enam kui üks, tekib naisteadlastel paratamatult rohkem karjääripause ja see võib saada neile saatuslikuks. Siin ei tohi unustada ka teadlaskarjääri väga olulist etappi – järel doktorantuuri võimalikult mainekas välismaa laboratooriumis. Praegu on doktorikraadi kaitsnutest pooled naised. Kui noorel naisel on väikesed lapsed, siis on väga raske või otse võimatu leida järel doktorantuuri-varianti, kus pere oleks koos ja lapsed hoitud. Sellega ahenevad veelgi noorte naisdoktorite karjääriväljavaated. Seega saavad naised lapsi (mille olulisust keegi ei vaidlusta) just sel ajal, kui peaksid astuma teadusliku karjääri kiirendusrajale ning neid kahte ühitada on äärmiselt raske. See eeldab panustavat abikaasat, toetavat ühiskonda ja vastavaid riiklikke toetusmeetmeid, näiteks kättesaadava hinnaga lastehoidu. Eespool loetletu puudumisel peavad noored andekad teadushuvilised naised (väheste eranditega) valima kahe tee vahel: kas kodu-abikaasa-lapsed või tippteadus. See ei peaks nii olema. Viitan siinkohal ka artiklile „Global gender disparities in science“ ajakirjas Nature, mis rõhutab, et ükski maa ei ole nii rikas, et eirata poole elanikkonna intellektuaalset panust.<sup>175</sup> Samas on probleem palju sügavam ja ei hõlma üksnes teadust ning Eestit.

### Eesti teadus ja Eesti 100

Lõppenud aasta olulisim märk on Eesti 100. Sellega seoses on palju asju pandud ajaloolisse perspektiivi, selgeks mõeldud ja püütud selgeks rääkida. Küllap olete nõus, et Eestimaa on hea elada. Et Eestis on toredad inimesed: naised ja mehed, memmed ja taadid, neiud ja noormehed, tüdrukud ja poisid. Ega muidu ju edasi kesta ei saa. Ka Eesti teadusest on üha rohkem räägitud. Peamiselt küll selles võtmes, et teadlaste elu on raske ja riik ei hinda neid vääriliselt. Tõepoolest, 2015. aastal oli riigipoolne panus teadus- ja arendustegevusse 0.76% SKP-st ja aastaks 2018. prognoositi tõusu 0.81%-ni. Seega tundub teadus- ja arendustegevuse riigipoolse rahastamise tõstmine 1%-ni SKP-st aastaks 2020 vastavalt Eesti teadus- ja arendustegevuse ning

<sup>174</sup> Hindre, M. (2018). Professor tahab teadus- ja arendusnõukogusse sookvooti. – Novaator, err.ee, 21. jaanuar. <https://novaator.err.ee/655507/professor-tahab-teadus-ja-arendusnõukogusse-sookvooti> (28.09.2018).

<sup>175</sup> Larivière, V., Ni, C., Cronin, B., Sugimoto C.R. (2013). Bibliometrics: Global gender disparities in science. – Nature, 504, pp. 211–213. doi:10.1038/504211a

innovatsiooni strateegiale 2014–2020<sup>176</sup> ebareaalsena ning positiivseid tendentse pole näha. Teisalt, meie president rõhutas lõppenud aasta (Eesti 100) iseseisvuse taastamise aastapäeval presidendilossi roosiaias peetud kõnes teaduse olulisust: „Visand Eesti tulevikust, mida eelootaval poliitikaahooajal loodetavasti joonistama hakatakse, vajab hädasti lisaks kultuurilisele ja majanduslikule ka teaduslikku vundamenti, et kolm sammast pealisehitust – haridus, tervishoid, sotsiaalkaitse – saaksid vastata meie inimeste unistustele.“<sup>177</sup>

Praegune riiklik teaduse rahastamise tase, mis võimaldab sõltuvalt taotlusvoorst toetada 14–28% taotletud projektidest (vaadeldud vahemikku 2013–2018)<sup>178</sup> ja rahastamise projektipõhisus ei taga isegi tippteadlastele rahalist kindlust. Et olla vähemalt iga viie aasta tagant heas „sportlikus“ rahataotleja vormis, peab teadlane olema innovaatiline, hoidma kätt ajastu pulsil, kõnetama ja panustama. Kindlasti peab ta olema nähtav ka Facebookis, Twitteris, Instagramis, Research Gate’is, LinkedInis ja pagan teab, kus veel. Ta peab tundma skeenet ja hoidma mainet.

Ehk olete käinud mõnel maailmakuulsa popmuusiku täispikal kontserdil, mis koosneb esineja enda lauludest? On üpris tavaline, et mitme tunni jooksul esitatud laulude hulgas moodustavad tuttava meloodiaga viisid ja hitid ehk 20% kogu kavast. Muusika loomine eeldab andekust ja inspiratsiooni. Seega, enamik väga andeka muusiku loomingust on pigem tavaline ehk keskpärane. Kui muusik ei oleks saanud luua ka hitivaestel aegadel, poleks meil samuti surematuid laule. Tagasi teaduse juurde: ka teaduses on suur osa looval mõtlemisel, inspiratsioonil ja andekusel. Teaduse projektipõhine rahastamine eeldab aga seda, et teadlase iga projektitaotlus peaks olema „hitt“ – saama retsensentidelt hinde „väljapaistev“, sest ainult sellistele jätkub raha. Keskpärane projekt, mis saab hindeks „hea“ või siis „hea-väga hea“ jääb rahastatute seast välja. Selline pidev hittide sünnitamine ei ole kahjuks realistlik. Teadlasele ei ole projektile rahastuse saamine mitte pelgalt ego nuumamise küsimus, vaid järgmise viie aasta palk. Üksikvanemast teadlase puhul (reeglina üksikema) ka lapse toiduraha, tudengite töö- ja palgaraha ning nende tulevik teaduses.

## Kas naisteadlane peab edu saavutamiseks liiga palju loovutama?

Mul on olnud au olla nii mõnegi hindamiskomisjoni liige, nii Eestis kui välismaal. Võin kinnitada, et Eesti teadlased on väga

head vaatamata sellele, et nende projektid ja artiklid on tehtud napi rahaga. Kas see tähendab seda, et Eesti teadlased on oluliselt tõhusamad kui nende välismaa kolleegid (ilmselt mitte) või sisaldavad nende saavutused ka seda, mida otseselt ei saa rahasse ümber arvutada: aega, mida saaks kasutada hobideks, suhtlemiseks sõprade, elukaaslase, vanemate ja lastega? Tundub, et naised ohverdavad enam – seda nii puhtbioloogilistel, kuid kahjuks ka stereotüüpsetel põhjustel.

Vähemasti oli nii minu generatsiooni naiste puhul. Õnneks näen olukorda muutumas. Minu kogemus Eesti L'Oreali naisteadlaste grantide hindajana aastatel 2017 ja 2018 näitas, et meil on tõeliselt palju noori andekaid naisteadlasi: kummalgi aastal kandideeris umbes kolmkümmend naist. Eesti Riigi teaduspreemiateks 2000–2018 esitatud kandidaatide seas (kokku üle 1000 teadlase) oli keskmiselt 28% naisi, kusjuures eri aastatel varieerus osakaal vahemikus 15–41%. Premeeritute seas oli naisi keskmiselt 24% (6–47%). Kõrgelt-tsiteeritud eesti teadlaste seas on naiste osakaal isegi veidi suurem: akadeemik Jüri Allik näitas käesolevas kogumikus toodud analüüsis, et perioodil 2008–2018 (I pool) oli 1% enimtsiteeritud Eesti teadlaste seas naisi ligi kolmandik.<sup>179</sup> Need on kujukad ja julgustavad numbrid.

## Alustame algusest. Alustame otsustuskogudest. Miks peaks kaasama suuremas hulgas naisi oluliste (teadus)otsuste tegemisse?

Ühiskond koosneb võrdsetes osades meestest ja naistest. Miks peaks siis olulisi otsuseid tegema kogud, kus seda aspekti ei arvestata?

Peab kohe ütlema, et muutusteks on algus juba tehtud. Meil on naispresident, rida naisministreid ja erakondade etteotsa planeeritakse seada üha rohkem naisi. On ju vahva, et viieaastased tüdrukud võivad nüüdsest alates mõelda, et presidendid ongi naised.

Miks ma toetan naiste ja meeste võrdset või võrdsemat esindatust otsustuskogudes (mitte ainult teadust puudutavates), kus seni on olnud ülekaal meestel?

1. Naised oskavad otsustada, nad on vägagi haritud. Seega – ärme jätame kasutamata poolte ühiskonnaliikmete intellektuaalset potentsiaali.
2. Tänapäeval on doktorantidest vähemalt pooled naised ja naiste protsent on suur ka teadlaskarjääri redeli allosas. Naised mõistavad paremini kodu ja lastega seotud aspekte, mida noorte naiste õpingutest ja tööst lahutada ei saagi. Seega – otsused saavad õiglasemad.

<sup>176</sup> Peaminister vastas arupärimisele teadus- ja arendustegevuse kulutuste kohta. Istungi ülevaated, 20.11.2017. Riigikogu. [https://www.riigikogu.ee/istungi-ulevaated/peaminister-vastas-aruparimisele-teadus-ja-arendustegevuse-kulutuste-kohta/\(01.10.2018\)](https://www.riigikogu.ee/istungi-ulevaated/peaminister-vastas-aruparimisele-teadus-ja-arendustegevuse-kulutuste-kohta/(01.10.2018)).

<sup>177</sup> Vabariigi President iseseisvuse taastamise 27. aastapäeval presidendilossi roosiaias. Kõned, 20.08.2018. Vabariigi Presidendi Kantselei. <https://www.president.ee/et/ametitegevus/koned/14499-2018-08-20-16-00-14/index.html> (28.09.2018).

<sup>178</sup> Konkurentsipõhised uurimistoetused. Eesti Teadusagentuur. [http://www.etag.ee/tegevused/uuringud-ja-statistika/statistika/konkurentsipohised-uurimistoetused/\(01.10.2018\)](http://www.etag.ee/tegevused/uuringud-ja-statistika/statistika/konkurentsipohised-uurimistoetused/(01.10.2018)).

<sup>179</sup> Allik, J., Lauk, K. (2019). Eesti teaduse tervis 2018. – Eesti Teadus 2019 (toim. K. Raudvere), Eesti Teadusagentuur, Tartu. <http://dx.doi.org/10.15158/DISS/0003>



3. Ühiskond vajab rohkem empaatiat. Seda omadust on naistes rohkem kui meestes. Põhjused on puht-bioloogilised. Seega – otsused saavad sallivamad.

4. Naistele omane alalhoidlikkus on ühiskonnale oluline (evolutsiooniliselt ei tohi naised teha uljaspäiseid otsuseid, mis laste elu ohtu seavad). Seega – otsused saavad mõistlikumad.

Kokkuvõtteks: moodustame kirju meeste-naiste, vanemate-nooremate, reaali- ja humanitaarteadlaste segu. Nii näeme ühiskonda tervikuna ja teeme õigeid otsuseid. Mulle on see mõte sümpaatne.

## TEADUSKOMMUNIKATSIOON SUURENDAB TEADUSE ÜHISKONDLIKKU MÕJU, KUID VAID TERVIKLIKU LÄHENEMISE KORRAL

**Marju Himma-Kadakas**

ERR Novaatori vastutav toimetaja

**Arko Olesk**

Tallinna Ülikooli teaduskommunikatsiooni lektor

„Teadustöö pole lõpule viidud, kuniks seda pole kommu-  
nikeeritud,“ on öelnud Briti valitsuse teadusnõunik professor Mark Walpole.<sup>180</sup> Ta ei pidanud seejuures silmas tulemuste avaldamist teadusajakirjades, vaid just nimelt ühiskonna teavitamist, kommunikatsiooni kui vahendit, mille abil viia teaduslikud teadmised ja hüved senisest tõhusamalt ühiskonnani.

Teaduskommunikatsiooni vajadust ja rolli on hakatud mõistma kõigis arenenud teadusega ühiskondades ning paljudes on rakendatud ka meetmeid selle soodustamiseks. Valdkonda kirjeldavad poliitikadokumendid ja teoreetilised käsitlused toovad enamasti välja kolm üldist suunda, mille kaudu saab käsitleda teaduskommunikatsiooni vajalikkust: selle panus ühiskonda, teadusse ja indiviidi.

Kõik välja toodud teaduskommunikatsiooni ülesanded on olulised ning hästitoimivas ühiskonnas omavahel tasakaalus. Samuti

### TEADUSKOMMUNIKATSIOONI ON VAJA:

#### TEADUSELE:

- **kestlikkuse tagamiseks**, näiteks motiveeritud tudengite õppima toomiseks;
- **teaduse legitiimsuse ja usaldusväärsuse tagamiseks** nii ühiskonnas laiemalt kui ka kitsamalt poliitikakujundajate ja teaduse rahastajate hulgas.

#### ÜHISKONNALE:

- aitab rakendada teaduse võimekust ühiskonna majandusliku ja sotsiaalse **heaolu tõstmisel**;
- panustab **demokraatlikku otsustusprotsessi** ja võimaldab informeeritud arutelu;
- võimaldab **aru anda maksumaksjale** ehk ühele peamisele teadustöö rahastajale.

#### ÜSIKISIKULE:

- **intellektuaalselt ja kultuuriliselt** on väärtuslik teada, mida teadus on välja uurinud;
- **annab teaduslikku kirjaoskust**, mille abil langetada igapäevaelus paremaid otsuseid.

on tarvilik kõigi poolte kaasalöömine: teaduskommunikatsioon ei ole vaid teadlaste ülesanne, selles peavad osalema ka ülikoolid, teaduse rahastajad, vabaühendused, haridussektor, poliitikud, ajakirjandus jne.

Teaduskommunikatsiooni selles raamistikus mõtestades näeme, et Eestis domineerivad kaks rõhuasetust: teaduse populariseerimine noorte karjäärivaliku suunamiseks ning organisatsioonidele avaliku ja rahalise toetuse saamine edulugude kajastamise abil.

#### Noortele suunatud teaduse populariseerimise tegevuste

fookuses on loodus-, täppis- ja insenerierialade populariseerimine, et rohkem noori asuks nimetatud erialadel ülikoolidesse õppima, tööturule tekiks rohkem selle valdkonna spetsialiste ning lõppkokkuvõttes muutuks meie majandus teaduspõhisemaks ja suureneks majanduskasv. Selle suuna näited on teadussaated meedias („Rakett 69“), teaduskeskuste tegevus (AHHAA, Energia avastuskeskus) ning teadushuvihariduse ja teiste õpilastele suunatud tegevuste edendamine (mh teaduse populariseerimise projektikonkursi vahendusel).

Organisatsioonide-keskses narratiivis teavitavad ülikoolid, teadusasutused ja Eesti Teadusagentuur ühiskonda Eesti teaduse edulugudest, mille eesmärk on luua avalikkusele ning poliitikakujundajatele positiivne hoiak teaduse suhtes.<sup>181</sup> Positiivne hoiak võiks omakorda areneda edasi teaduse ulatuslikumaks toetamiseks ja suuremaks usalduseks teaduse vastu, seeläbi

<sup>180</sup> Yeo, S. (2013). „Science is not finished until it's communicated“ – UK chief scientist. – Climate Home News, 3rd October. <http://www.climatechangenews.com/2013/10/03/science-is-not-finished-until-its-communicated-uk-chief-scientist/> (19.10.2018).

<sup>181</sup> Scheu, A. M., Olesk, A. (2018). National Contextual Influences on Mediatization: The Comparison of Science Decision Makers in Estonia and Germany. – Science Communication, 40(3), pp. 366–392. doi.org/10.1177/1075547018766917

tõstes teaduse ühiskondlikku mõju. Sellelaadse tegevuse näide on Eesti Teadusagentuuri portaal Research in Estonia ja ülikoolide koostöö meediaväljaannetega (nt ERR Novaator).

Samas näitavad uuringud, et eestlaste hoiakud teaduse suhtes on väga toetavad. 2014. aasta Eurobaromeetri küsitluses<sup>182</sup> (Eurobaromeeter, 2014) arvas 91% eestlastest, et teaduse mõju meie ühiskonnale on positiivne või pigem positiivne. See on Euroopa Liidus teine tulemus Rootsi järel. Tõsi, samas küsitluses ütles 22% eestlasest, et teadus pakub neile huvi, kuid nad ei tunne end informeerituna (ELi keskmine 18%).

Informeerimise juures olulist rolli mängiv teadusajakirjandus lähtub enda töös enamasti uudislikest põhimõtetest ja keskendub teadusuuringute tulemuste vahendamisele. 2018. aasta seisuga on teadusajakirjandus esindatud Eesti Meedia kontsernis Postimehes ja Kuku raadios saates „Kukkuv õun“, Ekspress Grupis vähesel määral nädalalehes Eesti Ekspress, kuid tagasihoidlikumalt Delfi teemaportaalis Forte. Eesti Rahvusringhäälingus on Eesti teadusteemad koondunud teadusportaali Novaator, Vikerraadios saatesse „Labor“ ning Raadio 2 saatesse „Puust ja punaseks“. Ülevaatlikumaid käsitlusi pakuvad Sirp ja Horisont. Teaduspoliitika ja -rahastuse teemasid vahendavad aeg-ajalt ERR Novaator ja Sirp.

## Kas oleks vaja rohkem teaduskommunikatsiooni?

Vaadeldes Eesti seniseid tegevusi ning eespool toodud joonist teaduskommunikatsiooni ülesannete kohta näeme, et ülesannete väli pole tegevustega ühtlaselt kaetud. Eelkõige võib välja tuua, et rohkem vajavad tähelepanu teaduskommunikatsiooni tegevused, mis on suunatud teaduse tegeliku ühiskondliku mõju tõstmisele, mitte ainult majanduslikus perspektiivis, vaid ka sotsiaalse heaolu ja ühiskonna demokraatliku toimimise mõttes.

Meil on tarvis, et iga teadlane suudaks ja tahaks kaasa rääkida ühiskondlikes debattides, panustades sinna teadmispõhist teavet, ning oleks suuteline keerukaid teemasid lahti selgitama mis tahes rühmadele.

Selle soodustamiseks on vaja poliitikate tasandil ja institutsionaalselt soodustada teaduskommunikatsiooni, et ülikoolid ja teadlased suudaksid ja sooviksid teadmisi ja tulemusi laiemalt jagada ning ühiskondlikud rühmad oskaksid neid küsida, hinnata ja rakendada. Senisest enam tuleb avalikkusele suunatud teaduskommunikatsiooni väärtustada teadlase töö osana, mis aitab vahendada teadlaste ekspertteadmisi ühiskonda nii ajakirjanduse kui ka poliitikakujunduse kaudu. See eeldab teema käsitlemist ka teadlaskarjääri, teadusrahastuse ja strateegia kontekstis.

# VAIMUTEADUSED JA ÜHISKOND ÖKOSÜSTEEMIS

**Kalevi Kull**

Tartu Ülikooli biosemiootika professor

Alljärgneva artikli ülesanne on veidike arutleda sotsiaal- ja humanitaarteadlaste rolli üle suurte ühiskondlike probleemidega hakkamasaamisel. On tähelepanuväärne, et ökoloogiliste konfliktide (nt reostusprobleemi või ressursside jätkusuutmatuse) lahendamisel on ühtaegu vajalikud nii reaalteaduslikud aineriingete arvutused kui inimeste käitumismustrite ja väärtushinnangute mõistmine. Loodusteaduslike mudelite pakutud ettekirjutused ei tööta käitumisharjumusi ja kommete muutmise reeglipärasid arvestamata. Inimesega arvestamata sünnib üleiniimlik.

## 1. Sotsiaal- ja humanitaarteaduste isepära

Vaimuteaduste (*Geisteswissenschaften*) ja loodusteaduste (*Naturwissenschaften*) eristus pärineb Wilhelm Dilthey'lt, hiljem analüüsis neid kui kaht teaduskultuuri C. P. Snow. Vaimuteaduste ehk laias mõttes semiootiliste teaduste ontoloogiline eripära on tähendusloomeliste süsteemide, teadmisi sisaldavate objektide ja protsesside uurimine. Kultuurilised, ajaloolised, keelelised, kunstilised, majanduslikud, õiguslikud, uskumuslikud, aga ka kognitiivsed, emotsionaalsed, esteetilised ja moraalsed tahud süsteemide dünaamikas on nende ala. Semiootiliste teaduste jaotumist omakorda sotsiaal- ja humanitaarteadusteks analüüsis põhjalikumalt Jerome Kagan, kes toob esile, et sotsiaalteadused püüavad analoogselt loodusteadustele nähtusi seletada ja ennustada, humanitaarteadused aga nähtusi mõista ilma reeglipõhiseid seletusi ja ennustusi taotlemata.<sup>183</sup>

Sotsiaal- ja humanitaarteadusi omaette rühmana loodusteadustest eristades on vajalik tunda nende isepära, mis muuhulgas tuleneb rakendatavast ontoloogiast. Sotsiaal- ja humanitaarteaduste objektid on ise subjektid või subjektide loodud artefaktid. Subjektide üldine omadus on vaba valiku ehk tõlgendusvõime evimine, mis tähendab, et neil on mitu käitumisvõimalust üheaegselt, millest otsus nopib ühe. Valik pole tavaliselt juhuslik, vaid on motiveeritud varasemate kogemuste, kommete ja eesmärkidega. Tehtud valikute jälgi nimetatakse mäluks. Loodusteadused ei eelda objektidelt vaba valiku võimet – pigem välistavad selle –, millest tuleneb sügav erinevus uuritavate regulaarsuste loomuses. Kui loodusseadused on matemaatilisel täpsel, siis valikuvõimeliste objektide puhul on korrapärad ise ligikaudsed, harjumuste, kommete, kokkulepete tüüpi, ootamatute eranditega.

<sup>182</sup> European Commission. (2014). Special Eurobarometer 401: Responsible Research and Innovation (RRI), Science and Technology. [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_401\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_401_en.pdf) (19.10.2018).

<sup>183</sup> Snow, C. P., Kagan, J. (2017). Kaks kultuuri ja teadusrevolutsioon. Kolm kultuuri. Loodusteadused, sotsiaalteadused ja humanitaarteadused 21. sajandil (tõlkinud Mart Trummal). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, Avatud Eesti Raamat, Tartu.

Teine ontoloogiline erinevus seisneb kategooriate loomuses. Füüsikalisi süsteeme saab rangelt klassifitseerida objektide ühisomaduste alusel, semiootilised süsteemid liigituvad aga peresarnasuse (see on Ludwig Wittgensteini kasutusele võetud mõiste – i.k *family resemblance*) alusel. Peresarnasuse korral leidub küll antud kategoorias igale indiviidile mõnede omaduste poolest sarnaseid, kuid ei pruugi olla ühtki kriteeriumi, mille alusel saaks eristada kõiki selle kategooria indiviide nimetatud kategooriasse mittekuuluvaist. Seetõttu on ka piirid semiootiliste kategooriate vahel hägusad – ent ometi olemas.

Kolmas erinevus on meetodeis. Füüsikalised teadused on alusmeetodilt kvantitatiivsed, samas kui kvalitatiivsed meetodid on abistavas rollis. Sotsiaal- ja humanitaarteadustes on vastupidi – aluseks on kvalitatiivsed käsitlused, arvutustel on abistav tähtsus. Seepärast ei saa p-väärtus olla vaimuteadustes ülim tõendatuse kriteerium.

Muidugi tuleb silmas pidada, et igat objekti saab uurida erinevat ontoloogiat rakendades. Nii saab füüsikalist ontoloogiat kasutada ka ühiskonnauuringutes (jättes subjektsuse mudelist välja). Väljakujunenud struktuuride uurimisel on sel ka tulemusi. Ent kui on tegu uute kommunikatiivsete struktuuride moodustumise, valikuprotsesside enestega, on semiootilised metodoloogiad tavaliselt viljakamad.<sup>184</sup>

## 2. Klassifikaatorid

Teaduste loomulik jaotus ise selgeist kriteeriumeist ei lähtu; see ei põhine mingil eritunnustel, vaid on peresarnasuslik. Ka metodoloogia on tihti hübriidne, eriti sotsiaalteadustes.

Eestis on praegusajal rohkem või vähem kasutusel peamiselt kolm teaduste klassifikaatorit.

(1) Eesti Teadusagentuuri klassifikaatoris on ühiskonnateadused ja kultuur üks neljast klassist. Sellest jäävad välja näiteks arhitektuur ja tööstusdisain, mis on arvatud loodusteaduste ja tehnika alla (kus on ka sõjateadus ja tootmisjuhtimine), ning keskkonna- ja töötervishoid, mis on arvatud terviseuuringute alla; samuti keskkonnapoliitika, keskkonnamajandus, keskkonnaõigus ja põllumajandusteadus, mis arvatud bio- ja keskkonnateaduste alla (kuigi poliitika, õigus ja majandus on ühiskonnateaduste ja kultuuri klasis).

(2) Euroopa Komisjoni klassifikaator eristab rühmana humanitaar- ja sotsiaalteaduseid (teised kolm rühma on biomeditsiin, reaalteadused, tehnikateadused).

(3) OECD teaduste jaotuses on vastavad rühmad sotsiaal- ning humanitaarteadused ja kunstid (teised neli rühma on loodus-

teadused, tehnika ja tehnoloogia, arsti- ja terviseteadused, põllumajandusteadused ja veterinaaria).

Raamatukogunduses on lisaks neile veel oma süsteemid. Ent kõik need on hierarhilised klassifikatsioonid. Kuna tegelik teaduste kategoriseerumine ei järgi hierarhilist skeemi, vaid on selgelt relatsiooniline ja võrkjas, siis ükski eespool nimetatuid ei peegelda olukorda kuigi hästi ega saagi hierarhilise klassifikatsioonitüübi puhul seda teha.

## 3. Humanitaar- ja sotsiaalteaduste positsioon

Eestis on alates aastast 2001 moodustatud kokku 31 teaduse tippkeskust. Humanitaar- ja sotsiaalteaduste valdkonda on kuulunud neist neli:

Eesti Kultuuriloo ja Folkloristika Keskus (2001–2007, juhid Arvo Krikmann ja Mare Kõiva), mille keskmeks oli eesti kultuuripärandi süstematiseerimine;

Eesti Käitumis- ja Terviseteaduste Keskus (2001–2007, juht Jaanus Harro), mis sidus psühholoogilisi, sotsioloogilisi ja ter-  
viseuuringuid;

Kultuuriteooria tippkeskus (2008–2015, juht Valter Lang), mis seadis ülesandeks tugeva teoreetilise põhja loomise kultuuriuuringutele;

Eesti-uuringute tippkeskus (2016–2023, juht Mare Kõiva), mis pühendub interdistsiplinaarselt mitmete kultuurimehhanismide uurimisele.

Humanitaar- ja sotsiaalteaduste proportsiooni mõistlikkus on olnud võrdlemisi paljude vaidluste objekt, eriti käesoleval sajandil. Eriti teravalt on seda kritiseerinud humanitaarteadlased. Arvatavasti on üks pingete püsimise allikas vähene vastastikuste metodoloogiate mõistmine, mis põhjustab etteheiteid, et humanitaarne lähenemine pole teaduslik või et füüsikaline lähenemine pole inimlik. Tõepoolest, meil on väga vähe teadlasi, kes mõistavad korraga sügavalt nii füüsikalist kui semiootilist metodoloogiat ning nende komplementaarsust. Lisaks tasub märkida, et terves maailmas on teadusfilosoofia tegelenud valdavalt füüsikaliste ja palju vähem vaimuteaduste uurimisega.

## 4. Vaimuteaduste missioon

„Eesti teaduse kesksemaid küsimusi on tema roll ja tähendus väikeriigile. Teadusest on vaja rohkem rääkida,“ ütleb Andres Koppel.<sup>185</sup>

<sup>184</sup> Põhjalikumalt Eesti uurijalt: Tamm, M. (toim.). (2011). Humanitaarteaduste metodoloogia: uusi väljavaateid. Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus; Lagerspetz, M. (2017). Ühiskonna uurimise meetodid. Sisese juhatus ja väljajuhatus. Tallinn: Tallinna Ülikooli Kirjastus.

<sup>185</sup> Maidla, M. (2017). Milline on teaduse tähtsus ja sotsiaalmajanduslik mõju? – Sirp, 25. august.



Helen Small toob oma uurimuses esile viis põhilist humanitaarteaduste väärtust:<sup>186</sup>

(1) nad uurivad tähendusloome praktikaid kultuurides, pidades silmas tõlgendamist ja väärtustamist, subjektiivsust;

(2) nad on vajalikud ühiskonnaelus, survestades valitsusi selles, kuidas need mõistavad kasu, kui prioriseerivad ja mõõdistavad majanduslikku kasulikkust;

(3) nad annavad panuse individuaalse ja kollektiivse õnnelikkuse heaks;

(4) nad on vajalikud demokraatia püsimiseks;

(5) neil on sisemine väärtus filoloogilise kultuurina.<sup>187</sup>

Olgu veel lisatud tõlgendamine, kriitika, kultuuri paljutahkuse ja eriharulise haaramine ja seeläbi kvaliteedi alalhoid kõigis kultuuri sfäärides; ökosüsteemi enesekirjeldamise kaudu selle nativeerimine ja piiritlemine; kultuuri kui terviku analüüsi võime; kultuuri minevikust, olevikust ja tulevikust tervikliku arusaama konstrueerimine (uurides minevikulisi ja praegusi valikuprotsesse, väärtuste kujunemist, valikute suunamist ette valmistades).

## 5. Praegusaja sügavam probleem

Üks huvitav, piisavalt käsitlemata probleem on seotud ühiskonna arengu võrdlemisi üldise tendentsiga – välise eesmärgiseadete paljususe suurenemisega. Kunagi varem pole olnud nii palju võistlemist kui praegu. Võistluslike kriteeriumidega eesmärgid on muutunud reguleerivaks faktoriks peaaegu kõigis eluvaldkondades – edetabelite, hääletuste, võitjate esiletoomise jms näol. Iga kriteerium, mis tahes viisil tuletatuna, moodustab seejuures ainulise rea, mis on aga vastuolus semiootiliste süsteemide fundamentaalse paljutähenduslikkuse ja multifunktsionaalsusega. Esiteks on sellega tekitatud kunstlikud vajadused, võidupüüdmise fetiš – tarvidus osaleda mingis võistluses, nii kollektiivselt kui individuaalselt karjääri, oskuste, väljapaistvuse jpm nimel. Kuna parameetreid, mille järgi reastada saab, on palju, muutub mõtestatus arbitraarseks. See on loonud olukorra, kus uue veenva (majandusliku, uuendusliku, rahvusliku, elukorraldusliku jne) eesmärgi sõnastamisel võib sellele suhteliselt kergesti leida poolehoidjaid. Nii on kujunenud soodsad tingimused inimeste manipuleerimiseks ja populismiks, samuti „eesmärk pühitseb abinõu“ tüüpi liikumisteks, teisisõnu, kaudse vägivalda õigustamiseks ja suhteliselt kergeks aktsepteerimiseks. Muuhulgas soosib see gigantsete projektide pooldamist. Niisugune olukord on ühiskondade tervisele ohtlik.

Kuigi „looduse ümberkujundamise“ modernistlik ajastu on justkui möödas, kestavad seda sünnitanud alusmehhanismid (millest üks on mõõdupõhised eesmärgiseadete) ikka edasi. Väljapääsude leidmiseks on suur lootus teadustööl, kvalitatiivse lähenemise laienemisel.

## 6. Vaimuteaduste potentsiaal; vaimuteaduslikud projektid

Suhteliselt väikese riigi ja tema ökosüsteemi heaks elukorralduseks on avatud maailmas vajalik valida tänapäevasest tehnoloogiast sobiv, seda oskuslikult rakendada ja loomingu- liselt ning paljutahuliselt kohalikku konteksti paigutada, ent pole tähtis seda ise leiutada ja ses osas võistelda. Olulised tehnoloogilised leiutised ja täppisteaduslikud avastused lähevad järjest kallimaks. Neiks valikuteks ja rakendusteks on muidugi tarvilik suurepärane asjatundmine tehnoloogiate vallas, kuid rakendamine ise on väga suurel määral sotsiaalteaduslik probleem. Tootearenduses on kasu nii füüsikast kui keemiast, kuid väga suur roll on kultuurilisel kontekstil, kujundusel, teavitusel, käitlusel, s.t tahkudel, kus on abi vaimuteadustest. Ka selles, kuidas radikaalselt uuendatud tehnoloogiaga hakkama saada.<sup>188</sup> Majandusteadus, juura, politoloogia, demograafia, inimökoloogia, inimgeograafia, kultuuriantropoloogia, maastikuteadus, haridusteadus, religiooniantropoloogia, sotsiolingvistika, kommunikoloogia, etnoloogia, konfliktiuuringud, psühholoogia, esteetika – kõik need kuuluvad humanitaar- ja sotsiaalteaduste alla ning vastavast asjatundmisest oleneb väga suurel määral meie maa elukorraldus.

Arvatavasti olulisimad teadusprojektid praegusajal ongi sotsiaal- ja humanitaarteaduste ning ökoloogia ühisalal. Mõned näited: Humanities for the Environment Observatories,<sup>189</sup> Bifrost projektid,<sup>190</sup> Research Institute for Humanity and Nature projektid.<sup>191</sup>

Riigi või mingi piirkonna terviku analüüsimine on valdavalt sotsiaal- ja humanitaarteadlaste töö, ökosüsteemsuse tahu puhul koos ökoloogidega. Eesti Koostöö Kogu tellitud Eesti inimarengu aruanded on valdavalt humanitaar- ja sotsiaalteadlaste koostatud. Tähelepanuväärselt on peaaegu kõik Rooma Klubi raportid (Rooma Klubi tellitud akuutseid globaalseid probleeme puudutavad uurimistööd) olnud sotsiaalteaduslikud.<sup>192</sup>

<sup>188</sup> Näiteks: Tegmark, M. (2017). Life in 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence. New York: Knopf.

<sup>189</sup> Humanities for the Environment Observatories for Humanities Researches. <https://hfe-observatories.org> (11.10.2018).

<sup>190</sup> Bifrost. <https://bifrostonline.org> (11.10.2018).

<sup>191</sup> Research Institute for Humanity and Nature. [http://www.chikyu.ac.jp/rihn\\_e/about.html](http://www.chikyu.ac.jp/rihn_e/about.html) (11.10.2018). Täna Kati Lindströmi juhatusel.

<sup>192</sup> Näiteks: Pauli, G. (2018). Sinine majandus 3.0: Kasumlikud ärimudelid, mis taastavad planeeti. Aruvalla, Lilleoru; Weizsäcker, E. U. von, Wijkman, A. (2018). Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet: A Report to the Club of Rome. New York: Springer.

<sup>186</sup> Small, H. (2013). The Value of the Humanities. Oxford: Oxford University Press.

<sup>187</sup> Vaata lisaks: Holm, P., Jarrick, A., Scott, D. (2015). Humanities World Report 2015. New York: Palgrave Macmillan; Brewer, J. D. (2013). The Public Value of the Social Sciences: An Interpretative Essay. London: Bloomsbury.

# KUIDAS MÕÕDETAKE RIIGI TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUST?

**Tiina Pärson**

Statistikaameti juhtivanalüütik

Teadus- ja arendustegevust loetakse majanduskasvu ja tootlikkuse peamiseks tõukejõuks ning sellele kulutatud raha osakaalu riigi sisemajanduse koguproduktis ehk TA kulutuste intensiivsust üheks olulisemaks indikaatoriks riikide majanduskasvu potentsiaali võrdluses. Eesti on viimasel viiel aastal püsinud riikide pingerea keskel. Erand oli vaid periood 2010–2012, kui intensiivsuse indeks kasvas hüppeliselt tänu märkimisväärsetele investeeringutele uude tehnoloogiasse õlitööstuses. Järgnenud aastatel, kui tehas käivitus ja uusi suuremahulisi investeeringuid peale ei tulnud, langes oluliselt ka teadus- ja arendustegevuse kulutuste maht, mis mõjutas omakorda intensiivsuse indeksit. Väikeriigi majanduse eripära ongi asjaolu, et ühekordsed rahasüstid (eriti kui neile ei järgne samaväärsed investeeringuid järgnevatel perioodidel) võivad oluliselt mõjutada konkreetseid statistilisi näitajaid. 2017. aastal oli Eesti teadus- ja arendustegevuse intensiivsuse indikaator 1.29. Esialgsete tulemuste põhjal säilitas Eesti rahvusvahelises võrdluses oma koha pingerea keskel.

Intensiivsuseindeksi arvutamise üks komponent on kulutuste maht, mis on tehtud vastaval uuringuaastal teadus- ja arendustegevusele (Gross domestic expenditure on R&D ehk GERD). Teadus- ja arendustegevuse kogukulutused (GERD) on peamine koondandmestik, mille põhjal mõõdetakse riigi teadus- ja arendustegevuse tegelikku olukorda. GERD hõlmab kõiki riigi tasandil tehtud kulutusi teadus- ja arendustegevusele, kaasa arvatud välismaalt saadud rahastust, kuid ei arvesta välismaal tehtud teadus- ja arendustegevuse rahastamist.

Mida lugeda teadus- ja arendustegevuseks? Selles osas on olnud palju arutelusid ja kindlasti jätkub neid edaspidigi. Selgeid piire, kus algab ja lõpeb teadus- ja arendustegevus on kohati väga keeruline määratleda, eriti teenuste valdkonna puhul. Seda kinnitab ka suhtlus andmeesitajatega. Statistikaamet lähtub andmekogumisel Frascati Manual 2015 definitsioonist, kus TA tegevus on määratletud alljärgnevalt: teadus- ja arendustegevus (TA) on loov süstemaatiline töö, mille eesmärk on uute teadmiste (k.a inimest, kultuuri ja ühiskonda puudutavad teadmised) saamine ning rakendamine. Selleks, et eristada TA tegevust muust samalaadsest tegevusest, mida võivad teha samad töötajad, on põhikriteeriumid uudsus, loomingulisus, süstemaatilisus ja algetapil teadus- ja tehnoloogilistele probleemidele lahenduse puudumine. Tegevuse tulemused peavad olema siirdatavad ja/või korratavad. Laiemas mõttes saab teadus- ja arendustegevuse liigitada kolme alagruppi: alusuuringud, rakendusuuringud ning

katse- ja arendustööd. Pea pool Eesti teadus- ja arendustegevuse kulutustest tehakse katse- ja arendustöödele (52%), ligi kolmandik (28%) alusuuringutele ning viiendik (21%) rakendusuuringutele. Sektorite lõikes on erinevused üsna suured. Nii kõrgharidus- kui ka riigisektoris panustatakse suuremal määral uute teadmiste genereerimisele ehk siis alusuuringutesse. Ettevõtlussektoris pigem viiakse uued teadmised praktikasse, mis on ka igati ootuspärane.

Andmestik kogutakse Statistikaameti uuringuga „Teadus- ja arendustegevus“. Uuringu korraldamine on liikmesriikidele kohustuslik ja määratletud vastava regulatsiooniga.<sup>193</sup> See tagab ühtlasi ajalise ja sisulise võrreldavuse liikmesriikide vahel. Rahvusvahelise metoodika järgi jaotatakse teadus- ja arendustegevusega hõivatud üksused nelja institutsionaalsesse sektorisse: ettevõtlussektor, riiklik sektor, kõrgharidussektor ja kasumitaotluseta erasektor. Kolm viimati nimetatut on kokku võetud ühise nimetuse alla: kasumitaotluseta institutsionaalne sektor. Lähtuvalt eespool toodule kogutakse andmeid kahe küsimustikuga: küsimustik „Teadus- ja arendustegevus“ on suunatud kasumitaotluseta institutsionaalsele sektorile, „Teadus- ja arendustegevus ettevõttes“ ettevõtlussektorile. Ülesehituselt on küsimustikud sarnased, mõningad erinevused on vaid TA kulutuste liigendamise osas. Küsimustiku täitmise teeb keeruliseks asjaolu, et puudub konkreetne andmestik teadus- ja arendustegevuse kulutuste kohta asutuse, kõrgkooli või ettevõtte majandusarvestuses. Seetõttu on suures osas tegemist hinnanguliste andmetega, mis üsna palju sõltuvad andmeesitaja teadlikkusest. See ei ole üksnes Eesti, vaid ka teiste Euroopa liikmesriikide probleem. Tõsi, paljudes riikides rakendatakse maksusoodustust teadus- ja arendustegevust tegevatele ettevõtetele, et motiveerida ettevõtjaid sellesse panustama. Statistikaamet on uuringu puhul rakendanud andmete usaldusväärsuse tagamiseks erinevaid kontrolle nii andmete kogumise kui ka töötamise faasis. Üldjuhul peavad rahasummad, mida riik eraldab (ka läbi erinevate struktuurifondide) teadus- ja arendustegevuseks, kajastuma ka raha saajate esitatud andmestikus. Ettevõtlussektori teadus- ja arendustegevuse kulude mõõtmisel on võimalus kasutada majandusaasta kasumiaruande lisa uurimis- ja arenduskulude kohta, kuid paraku ei ole lisade esitamine kohustuslik ning seetõttu on eriti väiksemate ettevõtete andmestik tagasihoidlik.

Lisaks teadus- ja arendustegevusele tehtud kulutustele on võimalik riigi tasandil mõõta riigi eelarveeraldisi, mis on suunatud teadus- ja arendustegevuseks. Frascati Manual 2015<sup>194</sup> defineerib seda kui GBARD (Government budget allocations for R&D). Kuni 2016. aastani puudus Eestil vastava metoodika järgi arvatud andmestik. Eelarveeraldisi hinnati teadus- ja

<sup>193</sup> Komisjoni määrus (EÜ) nr 753/2004, 22. aprill 2004, Euroopa Parlamendi ja nõukogu otsuse nr 1608/2003/EÜ teaduse ja tehnoloogia statistika rakendamise kohta.

<sup>194</sup> OECD (2015), Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD publishing, paris.DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>

arendustegevuseks suunatud kulutuste põhjal. Kuna tegemist oli hinnanguliste andmetega, siis Statistikaameti avalikus andmebaasis vastavaid andmeid ei avaldatud. Küll aga oli lähtuvalt määrukest kohustus hinnangulised andmed edastada Eurostatti vastava lisamärkusega. Antud hinnangute põhjal paistis Eesti liikmesriikide seas n-ö „paipoisina“, kuna riigi eraldatud raha oli korrelatsioonis TA tegevuseks tehtud kulutustega, mida ei saanud öelda teiste liikmesriikide kohta. Alates 2016. aastast juurutati Haridus- ja Teadusministeeriumi eestvedamisel uus metoodika ning riigieelarvelisi eraldisi teadus- ja arendustegevuseks pannakse kokku vastavalt Frascati Manual 2015 juhistele. Vastav andmestik on avaldatud Statistikaameti avalikus andmebaasis.

TA kulutuste kõrval on oluline näitaja teadus- ja arendustegevusega hõivatud töötajate arv. Vastavalt Frascati Manual 2015 metoodikale loetakse TA-ga hõivatuiks teadlased ja insenerid, tehnikud ning abipersonal, kes kulutavad tööajast vähemalt 10% teadus- ja arendustegevusele. Lisaks kogu töötajate arvule kogutakse andmeid ka ainult TA-ga hõivatud töötajatest. Üldjuhul on antud näitaja märksa olulisem, kui soovitakse analüüsida tegelikku teadus- ja arendustegevusega hõivatust. Täistööajale taandatud hõivatuid oli teadus- ja arendustegevuses 2017. aastal 6048, mida on 5% rohkem kui aasta varem. Täistööajale taandatud teadlaste ja inseneride arv oli 4674, mis on 2016. aasta näitajast 8% suurem. Võrreldes 2000. aastaga on täistööajale taandatud teadlaste ja inseneride arv kasvanud poole võrra. Kasv on tulnud kõrgharidus- ja ettevõtlussektori arvelt. Kui 2000. aastal oli ettevõtlussektoris täistööajale taandatud teadlaste ja inseneride arv 274, siis 2017. aastal oli see 1585. See on märk, et tiheda konkurentsiga ettevõtlusmaastikul on vaja pidevalt kätt pulsil hoida ja üks võimalus on seejuures pidev arendustöö uute või täiustatud toodete või teenuste turule toomiseks.

Tekib aga küsimus, et kuidas need numbrid riigi kohta tekivad? Nagu eespool mainitud, on andmete kogumise taga määrus, mis paneb liikmesriikidele kohustuse määratud andmeid koguda.

Samas ei määratleta regulatsiooniga, kuidas liikmesriik peaks uuringu valimi tegema. Kuna teadus- ja arendustegevuse uuring koosneb kahest eraldiseisvast ja erineva küsimustikuga osast, millest üks katab kasumitaotluseta institutsionaalset sektorit, teine ettevõtlussektorit, siis andmeesitajate kogumi moodustamise printsiibid on siiski erinevad.

Ettevõtlussektori andmeesitajate kogumi aluseks on ettevõtete majandusnäitajate aastaaruande põhjal koostatud teadus- ja arendustegevusega seotud ettevõtete nimekiri. Nimekirja täiendatakse pidevalt Teadusagentuuri ja Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse (EAS) rahastatavate ettevõtetega; aastaaruandes arengu- ja uurimiskulusid näidanud ettevõtetega; firmadega, kelle põhitegevusala on teadus- ja arendustegevus ning mujalt laekunud informatsiooni alusel. Kasumitaotluseta institutsionaalse sektori andmeesitajate kogum koosneb teadusasutustest; kõrgharidust andvatest õppeasutustest; mittetulundusühingutest või sihtasutustest, kelle üks tegevusala on teadus- ja arendustegevus. Nimekirja täiendatakse Teadusagentuuri, Keskkonnainvesteeringute Keskuse, Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse, ajakirjandusest ja meediast saadud informatsiooniga teadus- ja arendustegevust teostavate üksuste kohta. Andmete aegread on olnud aegpidevad kasumitaotluseta institutsionaalse sektori kohta alates 1994. aastast ning ettevõtlussektori kohta 1998. aastast.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et teadus- ja arendustegevuse mõõtmise tulemused ei ole vajalikud üksnes rahvusvahelise võrdluse eesmärgil, vaid kogutud andmestik on oluline sisend riigi tasandil poliitika kujundamisel, strateegiate väljatöötamisel. Seetõttu on vajalik, et olemasolev andmestik vastaks tegelikkusele, mille põhjal on võimalik püstitada reaalseid eesmärke. Selleni jõudmiseks täiendab Statistikaamet andmekogujana pidevalt veebikeskkonda (eSTAT), et muuta andmete kogumine andmeesitajale võimalikult lihtsaks. Teisalt on vajalik järjekindlalt jätkata koostööd andmeesitajatega, et kogutavate andmete sisu oleks üheselt mõistetav, eriti olukorras, kus otsene allikas andmestiku kättesaamiseks puudub.



# TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE RAHASTAMISMUDELI ARENGUVÄLJAVAADETEST

## Katrin Pihor

Haridus- ja teadusministeeriumi teadusosakonna juhataja

## Mariann Saaliste

Haridus- ja teadusministeeriumi teadusosakonna peaekspert

Teaduse mõju ühiskonna arengule ilmneb pikaajaliselt teadmiste ja nende kasutamise oskuste koondumise tulemusena. Uued avastused ja tehnoloogilised läbimurded on sageli ettearvamatud ja teaduse mõju on seetõttu keerulisem hoomata kui heas korras transpordiühenduste, lühenenud arsti vastuvõtu ooteaegade või kasvanud pensionide puhul. Kuna teadus- ja arendustegevus konkureerib koos teiste valdkondadega riigieelarve vahenditele on ootuspärane, et selle rahastamine ei pruugi pälvida piisavalt toetust. Seetõttu on ka teaduse rahastamises üha aktuaalsemaks muutunud küsimus, kuidas suurendada mõju ja tulemuste mõõdetavust.

Teaduse rahastamisel on arenenud riikides kasutusel peamiselt kaht tüüpi vahendid: institutsionaalsed toetused üldotstarbeliste eraldiste näol, mille kasutamise üle on toetust saavatel asutustel vaba voli otsustada, ning projektipõhised toetused, mille rahastamine on seotud konkreetse uurimis- või arendusprojekti tegevustega ja eesmärkidega.

Eesti on pikka aega olnud üks riikidest, kus domineeris projektipõhine rahastamine. Alates 2016. aastast on olukord hakanud muutuma. 2016. aasta lõpus sõlmitud koalitsioonileppes võttis valitsus selge suuna uurimistoetuste ja baasfinantseerimise võrdsustamisele, nagu pani ette nimetatud aastal Eesti Teadusagentuuri juures tegutsenud töörühm dokumendis „Uurimistoetuste ja baasfinantseerimise uus kontseptsioon teadus- ja arendustegevuse rahastamise süsteemis“.<sup>195</sup>

## Kavandatavad muudatused teadus- ja arendustegevuse rahastamismudelil

Nimetatud kontseptsiooni põhjal kavandatakse kõrgharidusseadustiku uuendamise raames teha muudatusi teaduse rahastamisse teadus- ja arendustegevuse korralduse seaduse kaudu.<sup>196</sup> Plaanitavate muudatuste kohaselt on edaspidi kavas teadus- ja arendustegevust rahastada järgmiste meetmete kaudu:

- 1) baasfinantseerimine;
- 2) uurimistoetused;
- 3) teadus- ja arendustegevuse sihttoetused;
- 4) muud teadus- ja arendustegevuse rahastamise meetmed.

Seega eristatakse muudatuse jõustumisel selgelt konkurent- sipõhiseid uurimistoetusi, baasfinantseerimist ning teadus- ja arendustegevuse sihttoetust. Muud teadus- ja arendustegevuse rahastamise meetmed hõlmavad kõiki ülejäänud meetmeid, näiteks teaduse tippkeskuseid, riiklikke teadus- ja arendusprogramme jne. Teadus- ja arendustegevuse sihttoetus on riigieelarvest vajaduse korral määratav täiendav toetus riigi strateegilistest eesmärkidest tulenevaks teadus- ja arendustegevuseks ning sellega kaasnevateks tegevusteks. Sihttoetuse mõiste seaduses annab kõikidele ministeeriumitele **võimaluse kavandada oma haldusalas teadus- ja arendustegevuse sihttoetust avalikest huvidest lähtuva teadus- ja arendustegevuse toetamiseks**. Avaliku huvi hindamisel lähtutakse riigi strateegilistest eesmärkidest, ministeeriumite, omavalitsusüksuste liitude, registreeritud kutse- ja erialaliitude ning teiste huvitatud poolte ettepanekutest. Toetuse eraldamise tingimuste kehtestamise õigus jääb igale ministeeriumile vastavalt teadus- ja arendustegevuse korralduse seaduse §13 lõike 1 punktile 1. Tuumiktariistu toetust eraldatakse edaspidi sihttoetusena. Infrastruktuuri kulud tuleb katta kasvavast baasfinantseerimise summast.

Institutsionaalsed uurimistoetused senisel kujul kaovad. Eraldatud institutsionaalsete uurimistoetuste rahastamist jätkatakse kehtivate kokkulepete kohaselt, kuid uusi välja ei anta ja vabanevad vahendid kujundatakse ümber teadlaste ja uurimiserühmade uurimistoetusteks. Asutuste rahastamine tuleb edaspidi katta kasvava baasfinantseerimise vahenditest ning uurimistoetuste kaudsetest kuludest.

Praeguse rahastussüsteemiga **võrreldes on uue kontseptsiooni alusel rahastamisinstrumentide killustatus väiksem, riiklik rahastamine stabiilsem ning uurimistoetuste ja baasfinantseerimise vahendite taotlemine ja kasutamise tingimused ning aruandlus lihtsam.**

## Baasfinantseerimise vahendite kasv

Baasfinantseerimiseks kavandatud vahendid on 2019. aasta eelarveprojekti kasvanud 2015. aastaga võrreldes üle nelja korra ning moodustab kokku ligemale 39 miljonit eurot (ülevaade baasfinantseerimise mahtudest aastate lõikes kogumikus A. Koppeli artikli joonisel 1.6). See on ligikaudu sama maht, mida kavandatakse jagada Eesti Teadusagentuuri kaudu individuaalseteks uurimistoetusteks (40.3 miljonit eurot).

Baasfinantseerimise eraldamine evalveeritud teadusasutustele toimub haridus- ja teadusministri määruse „Teadus- ja

<sup>195</sup> Uurimistoetuste ja baasfinantseerimise uus kontseptsioon teadus- ja arendustegevuse rahastamise süsteemis. Eesti Teadusagentuur. [https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2016/10/Uurimistoetuste\\_ja\\_tegevustoetuse\\_uus\\_s%C3%BCsteem\\_ETAg\\_2016.pdf](https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2016/10/Uurimistoetuste_ja_tegevustoetuse_uus_s%C3%BCsteem_ETAg_2016.pdf) (05.11.2018).

<sup>196</sup> Teadus- ja arendustegevuse korralduse seadus (lühend – TAKS). Vastu võetud Riigikogus 1. jaanuaril 2015. a. – Riigi Teataja I osa, 1997, nr. 30, art. 471. <https://www.riigiteataja.ee/akt/104122014014> (30.11.2018).

arendusasutuste baasfinantseerimise määramise tingimused ja kord“ nr RT I, 04.09.2018, 7<sup>197</sup> kohaselt: 40% eraldatakse proportsionaalselt teadus- ja arendusasutuse osalusel valminud ja rahvusvaheliselt tunnustatud ajakirjades avaldatud kõrgetasemeliste publikatsioonide arvuga, kõrgetasemeliste teadusmonograafiate arvuga (arvestades andmete esitaja osaluse mahtu nendes) ning teadus- ja arendusasutusele kuuluvate patentide ja patenditaotluste arvuga vastavate koefitsientide alusel; 50% eraldatakse proportsionaalselt alus- ja rakendusuuringute või arendustegevuse korraldamise eest saadud ning teadus- ja arendusasutuse majandusaasta tulemiaruanes kajastatud tekkepõhiste tuludega; 10 protsenti eraldatakse ülikoolile proportsionaalselt ülikooli riiklikult tunnustatud õppekava alusel valminud ning ülikoolis kaitstud doktoritööde arvuga vastavalt Eesti Hariduse Infosüsteemi andmetele kalendriaasta kohta.

Baasfinantseerimist saanud asutused on kohustatud esitama baasfinantseerimise kasutamise kohta igal aastal aruande. Viimaste aastate aruannetest ilmneb, et baasfinantseerimise kasutamises on asutuste vahel märkimisväärsed erinevused: mõned kasutavad raha peamiselt personalikulude katteks, teistele on see ennekõike täiendav allikas uute uurimissuundade ja -rühmade loomiseks, kolmandatel on vajadus panustada taristu arendamisesse. Selline muster näitab, et baasfinantseerimise aluspõhimõte, mille kohaselt iga teadusasutus saab vastavaid vahendeid kasutada just oma strateegilistest vajadustest lähtuvalt, on end igati õigustanud.

Baasfinantseerimise mahu ja osakaalu kasvatamise tulemusena suureneb teadusasutuste stabiilne rahastus, mis võimaldab neil paremini kujundada strateegilisi valikuid ja suunata asutuse arengut, andes sealhulgas teadusasutustele võimaluse üles ehitada suuremat kohakindlust pakkuvaid teadlaste karjäärimudeleid.

## Baasfinantseerimisest tegevustoetuseks

Baasfinantseerimise kasvust üksi siiski ei piisa teaduse mõju suurendamiseks. Selleks, et teadusasutuste tegevus oleks mõjuksam, peab see paremini vastama ühiskonna ootustele. Selle eeldus on omakorda, et ministeerium koondab ühiskonna vajadused ja edastab need teadusasutustele rahastamistingimuste kaudu. Üleminek teadus- ja arendusasutuste tegevustoetusele on selleks hea võimalus.

Kõrghariduse rahastamisel kasutatakse tegevustoetuse kontseptsiooni alates 2013. aastast. Kõrgkoolidele tegevustoetuse eraldamiseks sõlmitakse ülikoolidega halduslepingud, milles lepitakse kokku poolte õigused ja kohustused, vastutus ja tegevustoetuse eraldamise kord. Halduslepingu lisana sõlmitavas iga-aastases rahastamiskokkuleppes lepitakse kokku ülikooli missioonist, eesmärkidest ja ülesannetest ning riigi vajadustest tulenevad peamised kohustused, sealhulgas näiteks kõrgharidustaseme õppe korraldamise ulatus, kvaliteeti ja tulemuslikkust puudutavad kohustused ning nende finantseerimise tingimused ja vastutusvaldkonnad.

Sel moel sõlmitud kokkulepped tagavad parema võimaluse täpsustada kõrgkoolide ülesannetest tulenevaid tegevusvaldkondi ning toetada riiklikult olulisi arendusvaldkondi. Lisaks saab arvesse võtta muid konkurentsivõimelisele kõrgharidusele omaseid kriteeriume – hinnata ülikoolide rahvusvahelistumist, üliõpilaste tugiteenuseid, koostööd ettevõtlussektoriga, ühisõppekavade arendamist –, ning vastavalt sellele eraldada tegevusteks vahendeid.

Ka teadus- ja arendustegevuse rahastamisel võimaldaks tegevustoetusele üleminek täpsustada, millised on riigi ootused asutuste teadus- ja arendustegevuse suuna ja mahu suhtes; leppida kokku unikaalsetes avalikes ülesannetes, mida teadus- ja arendusasutus Eesti teadussüsteemis täidab; sõlmida kokkuleppeid ettevõtluskoostööks või uute uurimissuundade arendamiseks. Lisaboonus oleks, et ülikoolide puhul saaks ühildada teadus- ja arendustegevuse ning kõrghariduse rahastamise läbirääkimised ja raha eraldamise, mis suurendab teadus- ja arendustegevuse ning kõrghariduse sidusust ning vähendab ülikoolide halduskoormust.

Üleminek baasfinantseerimiselt tegevustoetusele oli esialgselt kavandatud uue kõrgharidusseaduse menetlemise käigus, kuid kooskõlastusringilt saadud tagasiside põhjal otsustati muudatusest esialgu loobuda. Selle peamine põhjus oli vajadus täpsustada eraõiguslike juriidiliste isikutena tegutsevate teadus- ja arendusasutuste rolli teadus- ja arendustegevuse strateegia eesmärkide täitmisel ning nende rahastamisega seotud erisusi. Seetõttu otsustati baasfinantseerimise ümberkujundamine siduda selgemalt erinevate poolte rolli täpsustamisega Eesti teadus- ja arendustegevuse süsteemis, arutada teema läbi ja leppida kokku perioodi 2021+ strateegia kavandamise jooksul.

<sup>197</sup> Teadus- ja arendusasutuste baasfinantseerimise määramise tingimused ja kord. Välja antud Haridus- ja teadusministri määrusega 7. septembril 2018. a. – Riigi Teataja I osa, 2005, nr. 34, art. 483. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116122010027?leiaKehtiv> (05.11.2018).

## KUST SA TEAD?

Karin Jaanson

Eesti Teadusagentuuri tegevjuht



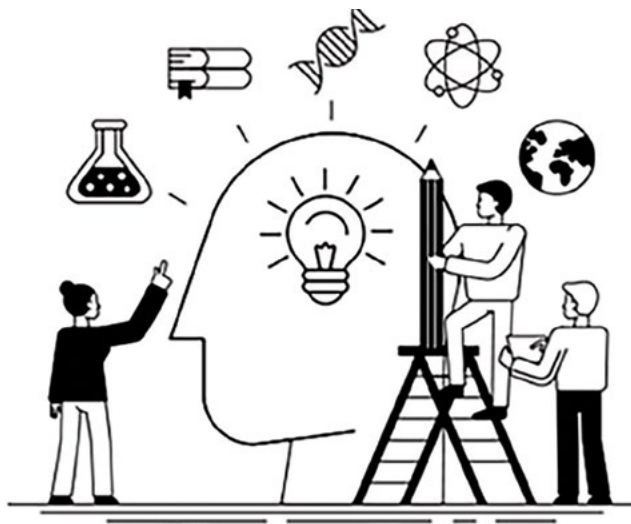
Yuval Noah Harari, iisraeli ajaloolane ja Jeruusalemma Heebrea Ülikooli professor, mitmete üleilmsete menukate autor, on 2018. aastal avaldatud raamatus „21 õppetundi 21. sajandiks“ pühendanud ühe õppetunni tõejärgsusele. Ta kirjutab, et meil on põhjust muretsemiseks, aga ka võimalusi, et takistada maailma hirmuäratavaks muutumist. Harari sõnul oleme kõik kohustatud investeerima aega ja vaeva oma eelarvamuste ja teabeallikate kontrollimisse. Ta soovib, et kui mõni küsimus tundub meile erakordselt tähtis, siis tuleb kindlasti lugeda asjakohast teaduskirjandust.<sup>198</sup>

Avatud riigina on Eesti silmitsi samade muredega, mis muud maailma kimbutavad. Tõejärgsus ja tõe hapraks muutumine on mureks meilgi. Sestap peamegi tegema suuremaid jõupingutusi, et meie elu puudutavad otsused oleksid tõendus- ja teaduspõhised. Lisaks peame selgitama, mis on teaduse võimete piirid ning kuidas teadus saab aidata tõele lähemale jõuda ja nii üleilmseid suuri probleeme kui ka meie igapäevamuresid lahendada. Sõltumata meie vanusest, elukutsest või tegevusalast peame kodanikena olema kriitilised ja nõudlikud meie esitatud informatsiooni suhtes. Esitagem vajadusel lihtne küsimus: „Kust sa tead?“

Teaduskommunikatsioon on mõjus ja tõhus vaid eri poolte koostöö tulemusena. Sobivat koostöövormi aga ei olegi nii lihtne leida. Roots 2018. aasta parlamendivalimiste perioodil korraldatud kampaania HurVetDuDet?<sup>199</sup> (kust sa seda tead?) innustas Eestis sarnast tegevust algatama ja erinevaid pooli ühiste eesmärkide nimel koondama. Samalaadseid algatusi on tehtud juba kaua aega ka Ameerika Ühendriikides AAAS-i (American Association for the Advancement of Sciences) fookuses (Advocacy for Evidence<sup>200</sup>) ning Ühendkuningriigis (Ask for Evidence<sup>201</sup>).

„Kust sa tead?“ algatusega on liitunud ülikoolid, meediaetevõtted, vabaühendused, teaduskeskused, Teadusagentuur, ajakirjanikud ja teadusajakirjanikud jpt. Nende jaoks on faktid ja tõenduspõhisus olulised väärtused otsuste, sh poliitika, tegemisel ning nad peavad teadust tõhusaks viisiks, mille abil saada ja edendada uusi teadmisi ning põhjendada otsuseid.

KUI HOOLID FAKTIDEST  
JA TEADUSPÕHISEST ARUTELUST,  
SIIS KÜSI POLIITIKUTELT:  
„KUST SA TEAD?“



Algatuse raames räägime faktide/väidete tõendamise ja teaduspõhise poliitika tähtsusest otsuste tegemisel. Räägime teadusest kui parimast viisist maailma uurimiseks ja edendamiseks. Märkame, kui väiteid ei põhjendata ja kontrollime fakte. Korraldame seminare. Kaasame partnerid ning küsime ise ja innustame kõiki küsima „Kust sa tead?“ juhtudel, mil on vaja otsuseid või väiteid argumenteerida.

Kuigi Eesti algatus keskendub 2019. aasta kevadistele Riigikogu valimistele, siis loodame, et koostöö partnerite vahel ja teaduspõhine arutelu jätkub kauemgi ja juurdub ühiskonnas sügavamalt.

Tõstame üheskoos au sisse fakte ja teaduslikku teadmist austava poliitika ning teaduse abil maailma mõistmise!

**Algatuse tegevustega saab tutvuda**

[www.kustsatead.ee](http://www.kustsatead.ee)

<https://www.facebook.com/kustsatead>

<sup>198</sup> Harari, Y. N. (2018). 21 Lessons for the 21st Century. London: Jonathan Cape, pp. 243.

<sup>199</sup> #Hurvetdudet? <https://hurvetdudet.nu/english/> (07.12.2018).

<sup>200</sup> Advocacy for Evidence. American Association for the Advancement of Science. <https://www.aaas.org/focus-areas/advocacy-evidence> (07.12.2018).

<sup>201</sup> Ask for Evidence. <http://askforevidence.org/index> (07.12.2018).



## **Eesti teaduslepe Ühiskondlik kokkulepe Eesti teaduse ja innovatsiooni arengu kindlustamiseks**

Jagades ühist veendumust, et teadus, arendustegevus ja innovatsioon on Eesti inimeste heaolu ja ühiskonna kestlikkuse jaoks strateegiliselt määrava tähtsusega, kinnitavad käesoleva kokkuleppe osapooled vajadust kindlustada strateegias „Teadmistepõhine Eesti 2014–2020” kokku lepitud eesmärkide täitmine ning kohustuvad pühenduma nende eesmärkide saavutamisele. Selleks lepitakse kokku alljärgnevas:

1. Alla kirjutanud erakonnad, keda esindavad nende esimehed, toetavad teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni avaliku sektori rahastamise tõstmist 1%-ini sisemajanduse koguproduktis ning edasist hoidmist vähemalt samal tasemel. Selleks lepitakse kokku, et 2019. aastal nähakse riigieelarve strateegias ette sihttasemeni jõudmine kolme aasta jooksul võrdsete summade lisandumisega;
2. Eesti teadusasutused, keda esindab avalik-õiguslike ülikoolide Rektorate Nõukogu juhatuse esimees, kinnitavad, et teadusasutused tagavad kõrgetasemelise teaduse ning teaduse ja ettevõtluse koostöö läbiviimiseks ning täiendavaks motiveerimiseks vajaliku institutsionaalse korralduse;
3. Eesti teadlased, keda esindavad Eesti Teaduste Akadeemia president ning Eesti Noorte Teaduste Akadeemia president, kinnitavad, et Eesti teadlased annavad oma parima selleks, et nende käsutusse antud ressursse kasutatakse teadus- ja arendustööks viisil, mis tagab tasakaalu alus- ning rakendusteaduse vahel eelisarendades Eesti majanduse ja ühiskonna arengule suunatud valdkondi;
4. Eesti suurimad ettevõtlusorganisatsioonid, keda esindavad Eesti Kaubandus- Tööstuskoja juhatuse esimees ning Eesti Tööandjate Keskliidu juhataja, kinnitavad oma valmisolekut aidata kaasa Eesti majanduse innovaatilisemaks muutmisele ja otsida võimalusi ettevõtjate suuremaks koostööks Eesti teadlaste ja teadusasutustega.

Tallinn, 19. detsember 2018

Eesti Keskerakonna esimees Jüri Ratas



Eesti Konservatiivse Rahvaerakonna esimees Mart Helme

Eesti Reformierakonna esimees Kaja Kallas



Eesti Vabaerakonna esimees Kaul Nurm



Elurikkuse Erakonna volitatud esindaja Mihkel Kangur



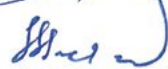
Erakonna Eesti 200 esimees Kristina Kallas



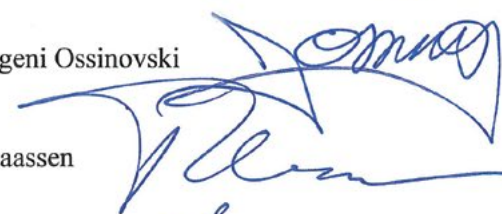
Erakonna Eestimaa Rohelised esimees Züleyxa Izmailova



Erakonna Isamaa esimees Helir-Valdor Seeder



Sotsiaaldemokraatliku Erakonna esimees Jevgeni Ossinovski



Rektorite Nõukogu juhatuse esimees Mait Klaassen



Eesti Teaduste Akadeemia president Tarmo Soomere



Eesti Noorte Teaduste Akadeemia president Els Heinsalu



Eesti Kaubandus-Tööstuskoja juhatuse esimees Toomas Luman



Eesti Tööandjate Keskliidu juhataja Toomas Tamsar





Kahkjas niiduritsikas, kes on Eestisse jõudnud seoses kliima soojenemisega  
Autor: Veljo Runnel (Teadusfoto 2017).



